



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

ESCUELA DE INGENIERIA ZOOTECNICA

**“COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE LA PIARACTUS BRACHYPOMUS
(CACHAMA BLANCA) BAJO DIFERENTES DENSIDADES DE SIEMBRA”.**

TESIS DE GRADO

**PREVIA LA OBTENCION DEL TITULO DE
INGENIERO ZOOTECNISTA**

AUTOR

LUIS ANTONIO VELASCO MATVEEV

RIOBAMBA – ECUADOR

2008

Esta tesis fue aprobada por el siguiente tribunal

ING. M.C. LUIS EDUARDO HIDALGO ALMEIDA
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

ING. M.C. MARCELO EDUARDO MOSCOSO GOMEZ
DIRECTOR DE TESIS

DRA. M.C. SONIA ELISA PEÑAFIEL ACOSTA
ASESOR DE LA TESIS

Riobamba, 24 de Marzo del 2008

AGRADECIMIENTO

En esta etapa del camino de la vida, en la que una fase de estudiante termina, y otra de profesional comienza, quiero expresar mi sincero agradecimiento a Dios por la vida que me ha dado.

A la Escuela Superior Politécnica del Chimborazo y por su intermedio a la Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela de Ingeniería Zootécnica, por acogerme, educarme y ser mi segundo hogar.

A los miembros del tribunal de tesis que me apoyaron con sus sabios conocimientos y experiencias, al Ing. Marcelo Moscoso, director de la Tesis, a la Dc. Sonia Peñafiel, asesora y al Ing. Luis Hidalgo, Presidente del tribunal.

Mi gratitud a mis amigos Ing. José Pazmiño, Decano de la F.C.P. Ing. Vicente Trujillo, Vicedecano de la F.C.P. y al Ing. Roberto López, Director de Escuela de la F.C.P. que sabiamente dirigen tan noble facultad, a todos los profesores y empleados que en la trayectoria de mi vida estudiantil fueron mis amigos sinceros.

A un amigo Ing. Antonio Santillán, quien me ayudo paso a paso para la feliz culminación de mi trabajo y tantos otros amigos que me faltaría espacio para nombrarlos.

Mi agradecimiento al Ing. Jaime Mejía “Prefecto Provincial de Morona Santiago”, mis compañeros de trabajo y a toda la gente que me dio una mano para llegar a la culminación de este trabajo investigativo.

Antonio

DEDICATORIA

A DIOS, mi padre celestial que con sus sabias enseñanzas hizo de mi un hombre de bien.

A mi Padre José Velasco, mi madre Svetlana Matveeva, mi hermana Victoria Velasco, y a las personas que conforman mi familia, por que siempre creyeron en mi.

A mi esposa Marcela Arévalo y su familia por apoyarme y darme animo en los momentos más difíciles de este duro camino.

A mi amigo especial Oswaldo Arévalo, a la distancia.

Antonio

CONTENIDO

	Pág.
Resumen	v
Summary	vi
Lista de cuadros	vii
Lista de gráficos	viii
Lista de anexos	ix
I. <u>INTRODUCCION</u>	1
II. <u>REVISION DE LITERATURA</u>	3
A. CONCEPTO DE PISCICULTURA	3
1. <u>Origen de la piscicultura</u>	4
2. <u>Ventajas de los organismos acuáticos sobre los organismos terrestres</u>	9
3. <u>Características del pescado como alimento</u>	10
B. TIPOS DE CULTIVO	11
1. <u>Según su densidad y manejo</u>	11
a. Piscicultura extensiva	11
b. Piscicultura semi-intensiva	12
c. Piscicultura intensiva	12
d. Piscicultura superintensiva	12
2. <u>Según las especies trabajadas</u>	13
3. <u>Cultivo de ciclo corto</u>	14
4. <u>Cultivo de ciclo largo</u>	14
C. ESPECIES DE PECES RECOMENDADAS PARA SER UTILIZADAS EN EL NORORIENTE	14
D. PIARACTUS BRACHYPOMUS (CACHAMA BLANCA)	15
E. PRODUCCION DE SEMILLA DE CACHAMA-ALEVINES	19
1. <u>Reproducción natural</u>	20
2. <u>Reproducción artificial o inducida</u>	21
F. PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DE AGUA PARA EL CULTIVO DE LA CACHAMA BLANCA	21
1. <u>Temperatura óptima</u>	22
2. <u>pH</u>	22

3. <u>Oxígeno disuelto</u>	22
4. <u>Alcalinidad y dureza</u>	23
5. <u>Compuestos nitrogenados (nitritos, nitratos y amonio)</u>	23
6. <u>Transparencia</u>	23
7. <u>Nitrógeno amoniacal</u>	24
8. <u>Nitrito</u>	25
9. <u>Hierbas en el estanque</u>	25
G. INFRAESTRUCTURA	26
1. <u>Estanque en tierra</u>	26
2. <u>El cultivo en jaulas</u>	27
H. REQUERIMIENTOS DE LA CACHAMA BLANCA	30
1. <u>Fuente de agua</u>	30
2. <u>Calidad del suelo</u>	31
3. <u>Forma y tamaño del estanque</u>	32
4. <u>Profundidad</u>	33
5. <u>Elementos que deben conformar un estanque</u>	34
a. Dique	34
b. Entrada y salida de agua	34
c. Rebosadero	34
d. Caja de pesca	35
e. Bocatoma y desarenador	35
f. Canal de conducción	35
I. DENSIDAD DE SIEMBRA	36
1. <u>Densidad y siembra de alevines</u>	38
J. RECOMENDACIONES GENERALES DE ALIMENTACIÓN	41
K. CONSTRUCCION DE LAGUNAS	43
L. PAQUETE TECNOLÓGICO RÚSTICO O TRADICIONAL DE LOS CAMPEÑINOS.	43
III. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	46
A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO	46
B. UNIDADES EXPERIMENTALES	47
C. MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES	47
1. <u>Materiales</u>	47

2. <u>Equipos</u>	48
3. <u>Instalaciones</u>	48
D. TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL	48
E. MEDICIONES EXPERIMENTALES	49
F. ANALISIS ESTADISTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA	49
1. <u>Esquema del ADEVA para las diferencias</u>	50
2. <u>Esquema del análisis de varianza</u>	51
G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	51
1. <u>Acondicionamiento del estanque</u>	51
2. <u>Encalado</u>	52
3. <u>Abonamiento inicial</u>	53
4. <u>Determinación de la densidad de siembra</u>	54
5. <u>Siembra</u>	54
6. <u>Abonamiento de mantenimiento</u>	55
7. <u>Alimentación</u>	56
8. <u>Determinación de variables</u>	58
IV. <u>RESULTADOS Y DISCUSION</u>	59
A. PESO INICIAL Y CADA 15 DÍAS DE ENSAYO DE LA CACHAMA BLANCA CRIADO BAJO DIFERENTES DENSIDADES DE SIEMBRA (5, 10, 15 Y 20 PECES/m ²)	59
1. <u>Peso inicial</u>	59
2. <u>Pesos cada 15 días y al final del ensayo</u>	59
B. TAMAÑO INICIAL Y CADA 15 DÍAS DE ENSAYO DE LA CACHAMA BLANCA CRIADO BAJO DIFERENTES DENSIDADES DE SIEMBRA (5, 10, 15 Y 20 PECES/m ²)	65
1. <u>Tamaño inicial</u>	65
2. <u>Tamaño cada 15 días y al final del ensayo</u>	65
C. CONSUMO DE ALIMENTO INICIAL Y CADA 15 DÍAS DE ENSAYO DE LA CACHAMA BLANCA CRIADO BAJO DIFERENTES DENSIDADES DE SIEMBRA (5, 10, 15 Y 20 PECES/m ²)	69
1. <u>Consumo de alimento inicial</u>	67
2. <u>Consumo de alimento cada 15 días</u>	69

D. GANANCIA DE PESO CADA 15 DÍAS DE ENSAYO DE LA CACHAMA BLANCA CRIADO BAJO DIFERENTES DENSIDADES DE SIEMBRA (5, 10, 15 Y 20 PECES/M ²)	72
E. CONVERSIÓN ALIMENTICIA CADA 15 DÍAS DE ENSAYO DE LA CACHAMA BLANCA CRIADO BAJO DIFERENTES DENSIDADES DE SIEMBRA (5, 10, 15 Y 20 PECES/M ²)	74
F. PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DE AGUA PARA EL CULTIVO DE LA CACHAMA BLANCA CRIADA BAJO DIFERENTES DENSIDADES DE SIEMBRA (5, 10, 15 Y 20 PECES/M ²)	76
1. <u>Oxígeno disuelto</u>	76
2. <u>Temperatura</u>	78
3. <u>Sólidos del agua</u>	80
4. <u>pH</u>	81
G. ANALISIS ECONOMICO DE LA PRODUCCION DE LA CACHAMA BLANCA CRIADA BAJO DIFERENTES DENSIDADES DE SIEMBRA (5, 10, 15 Y 20 PECES/M ²)	81
V. <u>CONCLUSIONES</u>	84
VI. <u>RECOMENDACIONES</u>	85
VII <u>LITERATURA CITADA</u>	86
<u>ANEXOS</u>	

LISTA DE CUADROS

Nº		Pág.
1.	TABLA DE REFERENCIA PARA SIEMBRA DE ALEVINOS DE CACHAMA BLANCA EN ESTANQUES CON RECAMBIO CONSTANTE DE AGUA	37
2.	TABLA DE PORCENTAJES POR BIOMASA	38
3.	PORCIONES DE ABONAMIENTO PARA LAGUNAS DE CRIA DE CACHAMA BLANCA	40
4.	PESO Y PORCENTAJE DE ALIMENTACIÓN DE LA CACHAMA BLANCA	42
5.	CONDICIONES METEOROLÓGICAS DEL CANTON MACAS	46
6.	ESQUEMA DEL EXPERIMENTO	50
7.	ESQUEMA DEL ADEVA	51
8.	TIPOS DE ABONO Y CANTIDAD A UTILIZAR	56
9.	PORCENTAJE DE PROTEINA REQUERIDA POR ETAPA DE DESARROLLO	58
10.	COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE LA CACHAMA BLANCA (PIARACTUS BRACHYPOMUS) CRIADAS BAJO CUATRO DENSIDADES DE SIEMBRA (5, 10,15 Y 20 PECES/m ²)	60
11.	PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DE AGUA PARA EL CULTIVO DE LA CACHAMA BLANCA CRIADA BAJO DIFERENTES DENSIDADES DE SIEMBRA (5, 10, 15 Y 20 PECES/m ²)	79
12.	EVALUACION ECONOMICA DEL CULTIVO DE LA CACHAMA BLANCA CRIADA BAJO DIFERENTES DENSIDADES DE SIEMBRA (5, 10, 15 Y 20 PECES/m ²)	82

LISTA DE GRAFICOS

Nº		Pág.
1.	Esquema de la Cachama blanca (<i>Piaractus brachypomus</i>)	17
2.	Diagrama de una jaula para siembra de alevines	29
3.	Partes que conforman un estanque en tierra	35
4.	Línea de regresión del peso de la cachama blanca bajo cuatro densidades de siembra (5, 10,15 y 20 peces/m ²).	64
5.	Línea de regresión del tamaño de la cachama blanca (<i>piaractus brachypomus</i>) bajo cuatro densidades de siembra (5, 10,15 y 20 peces/m ²).	68
6.	Línea de regresión del consumo de alimento de la cachama blanca (<i>piaractus brachypomus</i>) bajo cuatro densidades de siembra (5, 10,15 y 20 peces/m ²).	71
7.	Línea de regresión de la ganancia de peso de la cachama blanca (<i>piaractus brachypomus</i>) bajo cuatro densidades de siembra (5, 10,15 y 20 peces/m ²).	75
8.	Línea de regresión de la conversión alimenticia de la cachama blanca (<i>piaractus brachypomus</i>) bajo cuatro densidades de siembra (5, 10,15 y 20 peces/m ²).	77

LISTA DE ANEXOS

Nº

1. PESO INICIAL DE LA PIARACTUS (CACHAMA BLANCA) MANEJADA BAJO CUATRO DENSIDADES DE SIEMBRA (5, 10,15 Y 20 PECES POR m²)
2. PESO A LOS 15 DIAS DE LA PIARACTUS (CACHAMA BLANCA) MANEJADA BAJO CUATRO DENSIDADES DE SIEMBRA (5, 10,15 Y 20 PECES POR m²)
3. PESO A LOS 30 DIAS DE LA PIARACTUS (CACHAMA BLANCA) MANEJADA BAJO CUATRO DENSIDADES DE SIEMBRA (5, 10,15 Y 20 PECES POR m²)
4. PESO A LOS 45 DIAS DE LA PIARACTUS (CACHAMA BLANCA) MANEJADA BAJO CUATRO DENSIDADES DE SIEMBRA (5, 10,15 Y 20 PECES POR m²)
5. PESO A LOS 60 DIAS DE LA PIARACTUS (CACHAMA BLANCA) MANEJADA BAJO CUATRO DENSIDADES DE SIEMBRA (5, 10,15 Y 20 PECES POR m²)
6. PESO A LOS 75 DIAS DE LA PIARACTUS (CACHAMA BLANCA) MANEJADA BAJO CUATRO DENSIDADES DE SIEMBRA (5, 10,15 Y 20 PECES POR m²)
7. PESO A LOS 90 DIAS DE LA PIARACTUS (CACHAMA BLANCA) MANEJADA BAJO CUATRO DENSIDADES DE SIEMBRA (5, 10,15 Y 20 PECES POR m²)
8. PESO A LOS 105 DIAS DE LA PIARACTUS (CACHAMA BLANCA) MANEJADA BAJO CUATRO DENSIDADES DE SIEMBRA (5, 10,15 Y 20 PECES POR m²)
9. TAMAÑO INICIAL DE LA PIARACTUS (CACHAMA BLANCA) MANEJADA BAJO CUATRO DENSIDADES DE SIEMBRA (5, 10,15 Y 20 PECES POR m²)
10. TAMAÑO A LOS 15 DIAS DE LA PIARACTUS (CACHAMA BLANCA) MANEJADA BAJO CUATRO DENSIDADES DE SIEMBRA (5, 10,15 Y 20 PECES POR m²)
11. TAMAÑO A LOS 30 DIAS DE LA PIARACTUS (CACHAMA BLANCA)

- MANEJADA BAJO CUATRO DENSIDADES DE SIEMBRA (5, 10,15 Y 20 PECES POR m²)
12. TAMAÑO A LOS 45 DIAS DE LA PIARACTUS (CACHAMA BLANCA)
MANEJADA BAJO CUATRO DENSIDADES DE SIEMBRA (5, 10,15 Y 20 PECES POR m²)
 13. TAMAÑO A LOS 60 DIAS DE LA PIARACTUS (CACHAMA BLANCA)
MANEJADA BAJO CUATRO DENSIDADES DE SIEMBRA (5, 10,15 Y 20 PECES POR m²)
 14. TAMAÑO A LOS 75 DIAS DE LA PIARACTUS (CACHAMA BLANCA)
MANEJADA BAJO CUATRO DENSIDADES DE SIEMBRA (5, 10,15 Y 20 PECES POR m²)
 15. TAMAÑO A LOS 90 DIAS DE LA PIARACTUS (CACHAMA BLANCA)
MANEJADA BAJO CUATRO DENSIDADES DE SIEMBRA (5, 10,15 Y 20 PECES POR m²)
 16. TAMAÑO A LOS 105 DIAS DE LA PIARACTUS (CACHAMA BLANCA)
MANEJADA BAJO CUATRO DENSIDADES DE SIEMBRA (5, 10,15 Y 20 PECES POR m²)
 17. CONSUMO DE ALIMENTO INICIAL DE LA PIARACTUS (CACHAMA BLANCA) MANEJADA BAJO CUATRO DENSIDADES DE SIEMBRA (5, 10,15 Y 20 PECES POR m²)
 18. CONSUMO DE ALIMENTO 15 DIAS DE LA PIARACTUS (CACHAMA BLANCA) MANEJADA BAJO CUATRO DENSIDADES DE SIEMBRA (5, 10,15 Y 20 PECES POR m²)
 19. CONSUMO DE ALIMENTO A LOS 30 DIAS DE LA PIARACTUS (CACHAMA BLANCA) MANEJADA BAJO CUATRO DENSIDADES DE SIEMBRA (5, 10,15 Y 20 PECES POR m²)
 20. CONSUMO DE ALIMENTO A LOS 45 DIAS DE LA PIARACTUS (CACHAMA BLANCA) MANEJADA BAJO CUATRO DENSIDADES DE SIEMBRA (5, 10,15 Y 20 PECES POR m²)
 21. CONSUMO DE ALIMENTO A LOS 60 DIAS DE LA PIARACTUS (CACHAMA BLANCA) MANEJADA BAJO CUATRO DENSIDADES DE SIEMBRA (5, 10,15 Y 20 PECES POR m²)
 22. CONSUMO DE ALIMENTO A LOS 75 DIAS DE LA PIARACTUS

- (CACHAMA BLANCA) MANEJADA BAJO CUATRO DENSIDADES DE SIEMBRA (5, 10,15 Y 20 PECES POR m²)
23. CONSUMO DE ALIMENTO A LOS 90 DIAS DE LA PIARACTUS (CACHAMA BLANCA) MANEJADA BAJO CUATRO DENSIDADES DE SIEMBRA (5, 10,15 Y 20 PECES POR m²)
 24. CONSUMO DE ALIMENTO A LOS 105 DIAS DE LA PIARACTUS (CACHAMA BLANCA) MANEJADA BAJO CUATRO DENSIDADES DE SIEMBRA (5, 10,15 Y 20 PECES POR m²)
 25. GANANCIA DE PESO A LOS 15 DIAS DE LA PIARACTUS (CACHAMA BLANCA) MANEJADA BAJO CUATRO DENSIDADES DE SIEMBRA (5, 10,15 Y 20 PECES POR m²)
 26. GANANCIA DE PESO A LOS 30 DIAS DE LA PIARACTUS (CACHAMA BLANCA) MANEJADA BAJO CUATRO DENSIDADES DE SIEMBRA (5, 10,15 Y 20 PECES POR m²)
 27. GANANCIA DE PESO A LOS 45 DIAS DE LA PIARACTUS (CACHAMA BLANCA) MANEJADA BAJO CUATRO DENSIDADES DE SIEMBRA (5, 10,15 Y 20 PECES POR m²)
 28. GANANCIA DE PESO A LOS 60 DIAS DE LA PIARACTUS (CACHAMA BLANCA) MANEJADA BAJO CUATRO DENSIDADES DE SIEMBRA (5, 10,15 Y 20 PECES POR m²)
 29. GANANCIA DE PESO A LOS 75 DIAS DE LA PIARACTUS (CACHAMA BLANCA) MANEJADA BAJO CUATRO DENSIDADES DE SIEMBRA (5, 10,15 Y 20 PECES POR m²)
 30. GANANCIA DE PESO A LOS 90 DIAS DE LA PIARACTUS (CACHAMA BLANCA) MANEJADA BAJO CUATRO DENSIDADES DE SIEMBRA (5, 10,15 Y 20 PECES POR m²)
 31. GANANCIA DE PESO A LOS 105 DIAS DE LA PIARACTUS (CACHAMA BLANCA) MANEJADA BAJO CUATRO DENSIDADES DE SIEMBRA (5, 10,15 Y 20 PECES POR m²)
 32. CONVERSION ALIMENTICIA A LOS 15 DIAS DE LA PIARACTUS (CACHAMA BLANCA) MANEJADA BAJO CUATRO DENSIDADES DE SIEMBRA (5, 10,15 Y 20 PECES POR m²)
 33. CONVERSION ALIMENTICIA A LOS 30 DIAS DE LA PIARACTUS

- (CACHAMA BLANCA) MANEJADA BAJO CUATRO DENSIDADES DE SIEMBRA (5, 10,15 Y 20 PECES POR m²)
34. CONVERSION ALIMENTICIA A LOS 45 DIAS DE LA PIARACTUS (CACHAMA BLANCA) MANEJADA BAJO CUATRO DENSIDADES DE SIEMBRA (5, 10,15 Y 20 PECES POR m²)
35. CONVERSION ALIMENTICIA A LOS 60 DIAS DE LA PIARACTUS (CACHAMA BLANCA) MANEJADA BAJO CUATRO DENSIDADES DE SIEMBRA (5, 10,15 Y 20 PECES POR m²)
36. CONVERSION ALIMENTICIA A LOS 75 DIAS DE LA PIARACTUS (CACHAMA BLANCA) MANEJADA BAJO CUATRO DENSIDADES DE SIEMBRA (5, 10,15 Y 20 PECES POR m²)
37. CONVERSION ALIMENTICIA A LOS 90 DIAS DE LA PIARACTUS (CACHAMA BLANCA) MANEJADA BAJO CUATRO DENSIDADES DE SIEMBRA (5, 10,15 Y 20 PECES POR m²)
38. CONVERSION ALIMENTICIA A LOS 105 DIAS DE LA PIARACTUS (CACHAMA BLANCA) MANEJADA BAJO CUATRO DENSIDADES DE SIEMBRA (5, 10,15 Y 20 PECES POR m²)

**“COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE LA PIARACTUS BRACHYPOMUS
(CACHAMA BLANCA) BAJO DIFERENTES DENSIDADES DE SIEMBRA (5-10-15 Y
20 peces/m²)”.**

MERINO, P.¹; MOSCOSO, M²

ESPOCH-, Facultad de Ciencias Pecuarias

Panamericana sur km1 ½

RESUMEN

En la provincia de Morona Santiago, cantón Macas, en la granja “Plaza Tiwinza”, sector Arapicos, se evaluó el “Comportamiento productivo de la piaractus brachypomus (cachama blanca) bajo diferentes densidades de siembra (5- 10 -15 y 20 peces/m²) aplicándose un Diseño Completamente al Azar con 4 tratamientos, en una piscina de 200 m², dividida en 4 partes que conforman los tratamientos. Para medir las diferencias estadísticas se analizó una muestra de 10 cachamas en cada piscina. En la investigación se evaluó 2500 cachamas durante 105 días, con un peso inicial promedio de 0.99 g. y tamaños promedios de 1.95 cm. alimentándolos con balanceado comercial ABA (45% de proteína bruta), durante la fase inicial y balanceado ABA (32% de proteína bruta) durante la fase de desarrollo. Realizado el análisis se establecieron diferencias altamente significativas para las variables de peso, tamaño, consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia, reportándose al final de la investigación ganancias de peso de 39.65 g. que representan una ganancia de peso diaria de 1.32 gramos/pez/día, para lo cual necesitaron consumir 76.33 g de alimento, presentando conversiones alimenticias de 1.62. Al finalizar la investigación la separación de medias según Tukey determinaron que el mejor tratamiento fue el T4 (5 peces/m²), ya que establecieron los mejores comportamientos productivos en todo el ensayo, además económicamente se determinó que a una densidad de siembra de 5 peces/m² se llega a obtener una recuperación fructífera con un B/C de 1.13. Por lo cual se recomienda sembrar a una densidad de 5 peces/m² para llegar a tener un mejor aprovechamiento de todos los recursos para la crianza cachamas blancas.

¹ Autor de la investigación. Egresado de la Escuela de Ingeniería en Zootecnia, Facultad de Ciencias Pecuarias. ESPOCH.

² Director de la tesis. Docente de la Escuela de Ingeniería en Zootecnia, Facultad de Ciencias Pecuarias. ESPOCH.

SUMMARY

In the Morona Santiago Province , Macas cantón, farm " Plaza Twinza". Arapicos sector, the productive behaviour of the *piaractus brachypomus* (white cachama) under different sowing densities was evaluated. A completely at random design with four treatments was applied in a 200-m² pool divided into four parts i.e. the treatments. To measure the statistical differences a sample of 10 chacamas in each pool was analyzed. In the investigation 2.500 cachamas during 105 days with an average initial weight of 0.99 g and average size of 1.95 cm were evaluated. They were fed on the comercial balanced feed ABA (45% raw protein) during the initial phase and balanced feed ABA (32% raw protein) during the development phase. The results showed highly significant differences for the weight (169.60g) size (15 cm) and weight gain (39.65g) variables which represent a daily gain of 1.3 g/fish/day, and the fish consumed 76.33g feed, showing a feed conversión of 1.62. Upon finishing the investigation the Tukey separation determined the T4 (5 fish/m²) as the best treatment since the best productive behaviour was reported in the whole investigation. Moreover, economically, it was determined ,that the T4 treatment has a fruitful recovery with a B/C of 1.13. This is why it is recommended to sow at a density of 5/fish/m² to have the best profit of all the resources in the white cachama raising.

I. INTRODUCCION

El cultivo de peces en la región amazónica se ha incrementando en base al aumento de la demanda para el consumo humano, a la abundante disponibilidad de ambientes adecuados para el desarrollo de la acuicultura, a la potencialidad de especies amazónicas con características ajustadas para el cultivo y la posibilidad de abastecimiento familiar y generación de rentabilidad. Sin embargo esta actividad es relativamente nueva en la Amazonia y requiere aun de criterios básicos que puedan orientar el proceso de cría en el sector productivo, pese a esto se puede decir que la acuicultura es una de las grandes posibilidades de esta región por la existencia de recursos acuáticos y especies nativas promisorias, como toda actividad en sus inicios, tuvo una principal guía para su desarrollo, que fue la utilización de tecnología aplicada en otras regiones. Muchos productos procedentes del medio acuático son empleados en la alimentación humana, pues estos contienen grandes cantidades de proteína altamente digerible, además esta proteína es barata, pues la crianza y explotación de peces no requiere de altos rubros como mano de obra, ni instalaciones sofisticadas y en gran parte su alimentación es natural ya que ellos se nutren del fitoplancton y del zooplancton. Dentro de las especies nativas que mas han sido cultivadas en América, principalmente Venezuela, Perú y Colombia, tenemos la cachama blanca que es más rustica, a pesar de que necesita de un manejo especial cuando se la requiere reproducir en cautiverio, pues es una especie reofílica . Desde 1976 se vienen realizando diversos estudios referentes a la cachama, principalmente con el fin de introducir esta especie en la ciencia de la piscicultura; se han obtenido grandes logros con respecto a la inducción de su producción, mejoras en los sistemas de cultivo, tipo de alimentación, control de plagas y enfermedades, etc.

En la amazonia ecuatoriana se produce empíricamente a la cachama blanca; sin conocimiento de dimensiones específicas de estanques para el numero de animales a cultivar, su adaptabilidad al cautiverio, y mucho menos con las medidas sanitarias exigidas para un buen manejo, es por esto que es necesario la introducción de técnicas probadas en otras zonas y adaptadas a este medio

para crear un programa de manejo que servirá no sólo para el mejor aprovechamiento del músculo de pescado, sino para cubrir las necesidades de las comunidades del sector de Macas y obtener mayor rentabilidad, por lo tanto es importante proponer un adecuado sistema de alimentación, de temperatura, de oxigenación del agua entre otras, lo que nos permitirá asegurar una cosecha abundante y de buena calidad que fácilmente podrá ingresar a los mercados tanto nacionales como internacionales. Por otra parte, el establecimiento de un programa de manejo del cultivo de la cachama blanca a diferentes densidades de siembra en la granja Twinza, servirá para una producción sustentable y sostenible que logre el máximo aprovechamiento de esta especie como fuente de alimento, elaboración de subproductos e ingresos de las comunidades beneficiadas del sector. En la última década los avances en la obtención de la semilla, crianza y engorde de la cachama blanca, han permitido el desarrollo de programas de manejo para el cultivo de esta especie, lo que justifica de mejor manera el creciente interés por su explotación comercial. El trabajo coordinado que se realiza entre las instituciones de fomento como es el caso del Consejo Provincial de Morona Santiago y Centros de Investigación como es el caso de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo han conducido a obtener importantes logros en las áreas de producción de especies acuáticas. Por lo expuesto los objetivos fueron:

- Conocer aspectos importantes en el comportamiento productivo de la *Piaractus brachypomus* (cachama blanca) bajo diferentes densidades de siembra (5, 10, 15 y 20 peces por m²) en la ciudad de Macas.
- Identificar la densidad óptima de siembra (5 peces/m², 10 peces/m², 15 peces/m² y 20 peces/m²) para la producción de *Piaractus brachypomus* (cachama blanca).
- Instaurar un programa de manejo adecuado para la producción de *Piaractus brachypomus* (cachama blanca) en la granja “Plaza Twinza”, sector Arapicos, en la vía Macas - Sucua.

II. REVISION DE LITERATURA

A. CONCEPTO DE PISCICULTURA

Da Silva, A. (1981), manifiesta que la acuicultura es el cultivo controlado de animales y plantas acuáticas hasta su cosecha, proceso, comercialización y consumo final. Estas técnicas se han venido desarrollando en nuestro país con relativo éxito durante las tres ultimas décadas con el propósito de mejorar la dieta de los campesinos y mercadear los excedentes, en el nivel tecnológico inferior, y recientemente producir en forma industrial proteína de excelente calidad en los niveles tecnológicos superiores. Al cultivo de peces se le denomina “Piscicultura” y a la especie que se cultiva se le da el nombre de la actividad, por ejemplo: al cultivo de la trucha, truchicultura, al de la carpa, carpicultura, en el caso de los camarones, a su cultivo se le denomina camaronicultura, etc. Con la piscicultura podemos utilizar sitios que no son aptos para la agricultura, permite hacer un buen aprovechamiento del agua y la tierra que posee en la finca, además es una buena forma de solucionar los problemas de alimentación y generación de empleo.

Bocanegra, F. (2005), indica que la piscicultura es un caso particular de la aplicación de la acuicultura. Acuicultura etimológicamente quiere decir “cultivo del agua”, y cuando en este cultivo el producto final son los peces, estamos hablando de piscicultura. La Acuicultura representa la cría de organismos acuáticos en entornos de agua dulce o salada, y se relaciona directamente con la piscicultura. Sin embargo, en general, por medio de la acuicultura se produce una gran variedad de organismos acuáticos, que incluyen algas y plantas acuáticas como las algas marinas. La acuicultura se considera una actividad agrícola, a pesar de las muchas diferencias que la separan de la agricultura. La acuicultura produce sobre todo cosechas proteínicas, mientras que en la agricultura predominan las grandes cosechas de productos que contienen hidratos de carbono. Además, los residuos de los animales terrestres pueden desecharse lejos del lugar de explotación, en vez de acumularse en el entorno de cultivo, como ocurre en la acuicultura. Así pues, los acuicultores deben gestionar de forma cuidadosa sus

unidades de producción para asegurarse de que la calidad del agua no se deteriore, creando problemas a los organismos cultivados.

1. Origen de la piscicultura

Lozano, D. y López, F. (2001), señalan que la piscicultura al igual como en las otras formas de cría de animales, puede florecer y crecer solo bajo condiciones de una cultura estable; así no es sorprendente saber que los primeros registros provienen de China, los cuales poseen una tradición continuada de cuatro mil años como población estable. La técnica se pudo originar en un número de formas diferentes. La piscicultura de inundación está basada en gran medida en peces que han sido atrapados y aislados en meandros de ríos y lagunas, éstas últimas formadas al bajar el nivel de los ríos al final de la época de inundación. En algunos casos éstos peces se mantienen en lagunas naturales o artificiales en el punto más bajo del área de inundación. Se sabe que éstos peces crecen rápidamente, y sería un paso muy corto pasar de ésta observación, a la siembra deliberada en estanques especialmente contruidos para éste propósito, previendo que permanecieran los mismos llenos de agua por un período largo, para beneficiarse del rápido incremento del valor de los peces debido a su crecimiento. Hasta cierto punto la práctica ha cambiado poco; debido a que todavía en el Sur de China se colectan peces jóvenes de los ríos y son sembrados en estanques para hacerlos crecer hasta el tamaño de mercadeo. En Europa no existe registro que indique que la piscicultura fue practicada en el Imperio Romano, excepto como un artículo de lujo para la gente rica y aún así, los estanques eran de almacenamiento donde los peces se mantenían para consumo posterior más que como estanques de cebo.

Estévez, M. (1990), menciona que los estanques de piscicultura reaparecen en la época medieval principalmente en asociación con las casas monásticas y su tamaño estaba determinado por el número de monjes residentes, aunque también existían en las casas de los Laicos. Estos estanques indudablemente eran de almacenamientos donde se mantenían un stock de peces vivos. Debe haber sido de gran valor el tener una fuente fresca de carne blanca durante todo el invierno,

cuando la carne roja también era escasa y la gente tenía que subsistir de carne encurtida y de pescado salado. Durante esta época el pescado nunca fue barato y el precio del mismo, en estado fresco era muy alto, esto, se debía a que la demanda era mayor que la oferta, debido al nivel primitivo de la pesca, más que a la dificultad en gastos de transporte. Estos estanques de almacenamiento debieron ser muy importantes porque frecuentemente formaban parte integral de las casas notables.

Santos, E. (1962), manifiesta que extrañamente los monjes no dejaron registros de cómo se manejaban estos estanques, probablemente porque eran una prueba de que en realidad no constituían una cría al igual que el cultivo de cerdos, la cría de animales de granja y otras cosechas de las cuales quedaron registros muy valiosos. Sin embargo, pronto debe haberse notado que aquellos peces que permanecían en estos estanques de almacenamiento, al llegar la primavera desovaban y así puede haber nacido la práctica de la reproducción de los peces en los estanques. Esto especialmente con la carpa, una especie domesticada desde hace muchos siglos, Se estima que se requirieron estanques pequeños para reproducción y cría en adición a los de ceba y almacenamiento, y de esta manera, la piscicultura en su sentido moderno se estableció en Inglaterra por los años 1400-1500 utilizando principalmente la carpa la cual debió ser introducida en ese tiempo a Europa.

El mismo Santos, E. (1962), manifiesta que el descubrimiento de la fecundación artificial de huevos de trucha se acredita usualmente a un monje llamado, Don Pinchón que vivió en el siglo XIV, aunque existen dudas si utilizó para la incubación huevos de trucha desovados en forma natural. Sin embargo, aunque no existe duda de que fue el primero en utilizar una caja incubadora que envuelve principios modernos. Pasaron unos cientos de años sin ningún progreso hasta que en 1763 -1764 aparecieron unos escritos del Teniente Stephan Lodwig Jacobid en los cuales describía sus experimentos en la reproducción de varias clases de peces de agua dulce. Él, describe en detalles, un método de tomar huevos de salmón y trucha y la fertilización de los mismos por la mezcla de huevos y espermatozoides en el agua. Después de fertilizados los huevos los enterraban

en grava colocándoles en una caja larga de madera con aberturas finas en la parte superior y los costados, la caja entonces se anclaba en una quebrada con una corriente de agua clara. Bajo el cuidado del Teniente Jacobid se establecieron el número de granjas de piscicultura y el negocio prosperó por un tiempo. Sin embargo, sus métodos fueron olvidados y poco se escuchó de piscicultura por casi cien años. El crédito por el restablecimiento de la piscicultura como un arte se debe otorgar a dos pescadores: José Remy y Antonio Gehin, cuyo modo de vida dependía de capturas de truchas en las montañas. A pesar de no ser educados y de su ignorancia, se alarmaron por la desaparición de las truchas en sus corrientes favoritas y gastaron bastante tiempo observando los hábitos de las mismas, especialmente durante la época de reproducción.

Santos, E. (1962), señala que el resultado fue el descubrimiento de los métodos de Jacobid. Sus trabajos culminaron con la construcción de la primera truchifactoría en la historia localizada en Huningue por el gobierno francés que de pronto vino a ser famosa supliendo huevos a todas partes de Francia y otros países de Europa. La contribución más significativa a la piscicultura hecha en este período fue el método ruso de fertilización de huevos. Este método fue desarrollado por V. P. Vrasski en 1856 pero no fue publicado hasta 1871. En ese mismo año G. C. Atkins desarrolló el método de fecundación en seco Norteamericano, la adopción de huevos fertilizados; sin embargo, se observa que algunos piscicultores, el día de hoy no están convencidos de su superioridad y recurren al método húmedo.

Lozano, D. y López, F. (2001), señalan que en Norteamérica las trucha-factorías fueron evolucionando con los conceptos de manejo de pesquerías inicialmente produciendo alevinos que tan pronto aprendían a comer eran liberados en las aguas naturales, posteriormente los alevinos se mantenían hasta que alcanzaran de cinco a diez centímetros en la creencia que habría mayor supervivencia al liberarlos bajo sus propios recursos. Hoy, se reconoce que existen muchos casos en que la reproducción natural cae muy por debajo de la demanda de pesca y que por lo tanto solo puede ser satisfecha sembrando peces de tamaño comerciable. Ciertamente, cuando Jhon Taverner escribió de 1600, ciertos experimentos

realizados con peces y frutos, la mayoría de las prácticas actuales ya eran conocidos. Taverner no solo menciona frecuentemente la carpa sino la coloca en un pedestal como pez cultivable. También describe como construir estanques, recomienda que donde se construyen dos estanques uno debe permanecer seco un año y el otro al siguiente año. Pone mucha importancia el hecho de poder drenar completamente un estanque para restaurar la fertilidad de este y controlar también la población de peces en el mismo, principios aceptados en la actualidad. Taverner sabía que los peces grandes no debían ser manejados durante la época caliente. El estanque debe ser mas profundo que seis pies y el mejor lugar para un estanque de piscicultura es aquel donde el suelo permanece húmedo o esta lleno de ojos de agua, suelos no adecuados para pastos u otro uso más productivo.

Los mismos Lozano, D. y López, F. (2001), consideran a la carpa, la mojarra, la tenca y la perca como los mejores peces para su cultivo en estanques, aunque tenía ciertas reservas en cuanto a las mojarras, debido a que se reproducirían antes de alcanzar el tamaño de mesa, produciendo una sobrepoblación en el estanque por las crías. Los peces en los estanques de almacenamiento en invierno no requerían de alimento, pero Taverner conocía el valor de la alimentación artificial en las crías y los peces en crecimiento. Taverner reporta sorprendentemente con detalles muy precisos la reproducción de la carpa y la incubación de los huevos. Finalmente, da énfasis al uso de estiércol de diferentes animales como fuente de alimento. Uno puede suponer que la práctica de policultivo de peces se extendería de China, o desarrollaría independientemente en otros lugares, pero rara vez este ha sido el caso. La diseminación de las carpas chinas fue efectivamente bloqueada por la inhabilidad de los piscicultores para reproducirlas.

Lozano, D. y López, F. (2001), indican que en la naturaleza se reproducen en ríos y por mucho tiempo se creía que bajo condiciones de aguas idénticas y altas densidades de poblaciones prevalentes en los estanques de agua dulce sus gónadas no madurarían. Desde entonces ha sido demostrado que sí maduran en estanques, pero en cautividad la reproducción natural casi nunca ocurre, por lo

que los piscicultores estuvieron limitados a la captura de huevos y peces de la naturaleza como fuente de semilla y la diseminación de las carpas chinas estuvo limitada a los métodos disponibles de transportación de huevos y larvas. No obstante los campesinos chinos que se establecieron en Taiwán hace 300 – 400 años trajeron consigo la práctica de cultivo de carpas chinas en estanques a pesar de no existir grandes ríos para mantener poblaciones naturales, por lo que anualmente tenían que importar larvas a un alto riesgo desde China Continental. Hong Kong y en menor grado de Japón.

García, J. (1985), establece que el mejoramiento de los métodos de transporte de peces a grandes distancias, fue una de las causas que determinó la introducción exitosa de varias especies de peces en diferentes continentes. En los años sesenta del presente siglo el desarrollo de técnicas de reproducción inducida de las carpas chinas por hipofisación, eliminó la dependencia de reproductores silvestres. La práctica hormonal de inducción del desove en peces fue originada en Brasil en 1934, por el Biólogo Brasileño Fontanelle en 1934 experimentando con una especie de bocachico, específicamente con *Prochilodus Caerensis*, de la familia Characidae, donde ha tenido gran utilización.

El mismo García, J. (1985), manifiesta que la innovación Brasileña ha sido ampliamente adoptada por Asia, Europa, Norteamérica y últimamente en América Latina considerándose como una de las contribuciones más importantes en el arte del cultivo de peces. Desde el punto de vista nutricional, la tilapia ya se encontraba firmemente establecida a principios del siglo XX como uno de los peces más importantes. La tilapia vino a ser aún más importante para el hombre con el advenimiento de los métodos modernos de transporte. Hoy, ningún otro pez con excepción probablemente de la carpa común es cultivado tan exitosamente en el mundo. A pesar de que el reporte más antiguo de un estanque de piscicultura (2500 A. C.) se encuentra en el continente Africano, no existe registro para sugerir que durante los miles de años que pasaron, se practicó la piscicultura en esta región. En la actualidad, debido al gran potencial demostrado la tilapia de Jaba y sus congéneres no sólo se encuentran en el sudeste de Asia, sino en Japón, la Rusia Asiática, el continente Indio, el cercano Oriente, casi toda

África, parte de Europa, Estados Unidos de Norteamérica y muchos de los países Latinos del Continente Americano. Para concluir se puede decir que la piscicultura ha experimentado una considerable expansión y diversificación en la segunda mitad de este siglo. De ser una actividad de subsistencia ha pasado de ser a otra de escala industrial y a menudo se ha integrado con la agricultura y ganadería otras actividades rurales con muchas ventajas económicas, además ha sido la base de muchos programas de desarrollo en comunidades de África y Asia.

Santos, E. (1962), considera que actualmente se ha difundido el interés de la piscicultura y ha llegado a las grandes empresas privadas y corporaciones multinacionales, por lo tanto hay que considerarla como una actividad que va desde la empresa rural en pequeña escala hasta la gran corporación integral verticalmente. También ha aumentado la clase de organismos que se cultivan y, además de los peces en el sentido estricto (piscicultura), también se ha iniciado el cautiverio de ostras, mejillones, camarones, gambas, etc.

2. Ventajas de los organismos acuáticos sobre los organismos terrestres

Bardach, J. Navarro, W. y Susan, T. (1986), establecen que las ventajas que existen entre los organismos acuáticos sobre los organismos terrestres son las siguientes:

- El cuerpo del pez tiene la misma densidad que el agua y por ella no necesitan miembros de apoyo.
- Son poiquilotermos, no tienen necesidad de utilizar energía metabólica para mantener su temperatura corporal constante.
- El excremento de nitrógeno, parte como NH_3 , requiere menos energía que la urea.
- Los peces viven en un medio de tres dimensiones donde hay más alimentos disponibles.

- Muchas veces se alimentan de un amplio rango de forrajes que son basureros y convertidos en eficiente alimento.
- Producen rendimientos altos por unidad de área.
- Muchos tienen gran número de progenie y un intervalo relativamente corto de generación.
- Llegan a un tamaño comerciable en un periodo de tiempo corto.
- Varias especies son capaces de alimentarse de un mismo nivel en la cadena trófica o alimenticia.
- Se pueden utilizar áreas de tierras marginales de ciénegas o de agua salobre que no son adecuadas para la agricultura tradicional.
- Existe una gran variedad de organismos acuáticos que pueden ser cultivados en aguas frías, cálidas, aguas dulces, salobres, saladas.
- Provee ingresos extras representativos.

3. Características del pescado como alimento

Santos, E. (1962), explica que las principales características del pescado como fuente de alimento para el consumo humano son:

- El pescado es bajo en energía alimenticia (calorías) y en colesterol, comparado a carnes rojas pero se puede suplir la dieta con cereales disponibles de bajo costo para los requisitos totales de energía alimenticia.
- Los peces tienen alto porcentaje de filete.
- Son fuente importante de vitaminas y minerales esenciales.
- Proveen proteína animal fresca en áreas aisladas interiores donde el estanque sirve como refrigerador de almacenamiento.

B. TIPOS DE CULTIVO

Martínez, M. (1984), señala que la piscicultura se clasifica en: extensiva, semi intensiva, intensiva y superintensiva, de acuerdo al tipo de producción, grado de manejo y tecnología aplicada. En general, se debe tener en cuenta que a medida que aumenta la densidad de siembra como en el caso de cultivo intensivo, la cantidad de alimento que aporta el medio natural se reduce al máximo, bien sea por el consumo de todo este alimento por parte de los peces o por los recambios de agua permanente. Igualmente, la cantidad de alimento suministrado aumenta gradualmente, teniendo en cuenta el número de especies ícticas que se encuentren involucradas en el cultivo, se tratará de un monocultivo o poli-cultivo si se trata de una o más especies cultivadas, respectivamente.

1. Según su densidad y manejo

Santos, E. (1962), indica que los tipos de cultivo según su densidad y manejo se pueden clasificar de la siguiente manera:

a. Piscicultura extensiva

El mismo Santos, E. (1962), establece que este tipo de piscicultura se efectúa, por lo general, en embalses y reservorios: con fines de repoblamiento y/o aprovechamiento de estos cuerpos de agua, que pueden ser naturales o artificiales. Este sistema de cultivo se caracteriza por no utilizar alimento suplementario, implementar densidades de siembras bajas y la “cosecha” o aprovechamiento se efectúa a partir del momento en que los animales alcanzan tallas comerciales. En otras palabras el hombre solo se limita simplemente a la siembra y al aprovechamiento de estos organismos. Se realiza en embalses, reservorios y jagüeyes, dejando que los peces subsistan de la oferta de alimento natural que se produzca. La densidad está por debajo de un pez por metro cuadrado (1 pez/m²).

b. Piscicultura semi-intensiva

Bardach, J. Navarro, W. y Susan, T. (1986), consideran que su práctica es muy similar a la anterior, los cuerpos de agua donde se practican son generalmente contruidos por el hombre y se trata de estanques o reservorios. La actividad del hombre se limita simplemente a la preparación incipiente del estanque, siembra de peces, abonamiento y en algunas ocasiones suministra algún tipo de alimento que por lo general se trata de desecho domésticos y residuos agrícolas. Las densidades de siembra son bajas a pesar de ser un poco más altas que el anterior tipo de cultivo; las utilidades, como es de esperarse, son más altas debido al cuidado que se les propicia a los peces. Este tipo de piscicultura es por lo general, la que practican la mayoría de los pequeños piscicultores en nuestro territorio.

c. Piscicultura intensiva

Castillo, V. (1994), considera que este tipo de cultivos se implementa con fines comerciales, se utiliza estanques técnicamente contruidos con entrada y salida de agua. Las cosechas y las siembras se llevan periódicamente, obedeciendo a una programación de la producción. Además se realiza un control permanente de la calidad del agua y se practican abonamientos frecuentes con fertilizantes orgánicos e inorgánicos. Se utilizan balanceados para la alimentación de los peces con niveles de proteínas apropiados teniendo en cuenta la especie o especies que se estén cultivando y de la fase de desarrollo en que se encuentren. En otros cuerpos de agua como embalses, lagos, también se puede implementar este tipo de cultivos, mediante la utilización de jaulas flotantes.

d. Piscicultura superintensiva

García, J. (1985), indica que la piscicultura superintensiva es un sistema de cultivo que se ha implementado en los últimos años, producto de los avances tecnológicos. Su objeto es obtener la máxima producción posible de los recintos

acuáticos utilizados; para esto se tiene un control total del cultivo en lo que se refiere a las siembras, cosechas y mantenimiento. En este tipo de cultivos pierde importancia la productividad natural del agua utilizada en los anteriores sistema de cultivo como fuente de alimento y factor determinante de la calidad del agua, por esto se utilizan balanceados de altos niveles proteínicos y se hacen recambios continuos de agua para mantener su calidad. Aprovecha al máximo la capacidad del agua y del estanque. Se hace un control total de todos los factores y en especial a la calidad del agua, aireación y nutrición. Se utilizan alimentos concentrados de alto nivel proteico y nada de abonamiento. Las densidades de siembra finales están por encima de 20 peces / m².

2. Según las especies trabajadas

Castillo, V. (1994), menciona que según las especies trabajadas se puede considerar los siguientes tipos de cultivo

- Monocultivo: Se utiliza una sola especie durante todo el cultivo.
- Policultivo: cultivo de dos o más especies en el mismo estanque con el propósito de aprovechar mejor el espacio y el alimento. Un ejemplo es de sembrar la especie mojarra y la especie cachama en el mismo estanque, la mojarra es de agua alta (mantiene en la superficie) y la cachama es de agua baja (mantiene por debajo de 50 centímetros de la superficie), por lo que el alimento que no alcance a consumir la mojarra será consumido por la cachama y no habrán desperdicios en el fondo del estanque, aparte de que se está aprovechando toda el área del estanque.
- Cultivos integrados: se fundamenta en el aprovechamiento directo del estiércol de otros animales como patos o cerdos para la producción de plancton (fito plancton) que sirve de alimento para los peces. Un ejemplo sería construir en una parte del estanque un galpón de pollos con piso de malla con el ánimo de que el estiércol caiga en el estanque.

3. Cultivo de ciclo corto

Bocanegra, F. (2005), señala que el cultivo de ciclo corto comprende 3 a 4 meses, la siembra se realiza en enero y la cosecha en marzo o abril, cuando los peces tienen un peso de 250 a 300 gramos. La siembra se realiza en el momento en que existe alta oferta de alevinos producidos en las estaciones de producción. La cosecha se practica en que la oferta de pescado del medio natural en el mercado es escasa lo que ocurre cuando se produce la expansión del ambiente acuático debido a la creciente de los ríos.

4. Cultivo de ciclo largo

Bocanegra, F. (2005), señala que el cultivo de ciclo largo comprende de 12 a 16 meses, en el cual la siembra se realiza entre los meses de enero y abril y la cosecha entre marzo y abril del año siguiente cuando los peces tienen un peso promedio de 1500 a 2000 gramos, la siembra se realiza en las mismas condiciones del cultivo de ciclo corto y la cosecha se practica también cuando la oferta de pescado del medio natural es escasa, es preferible por lo tanto no cosechar los peces en vacante porque la oferta de pescado del medio natural es alta y en este caso los precios son bajos

C. ESPECIES DE PECES RECOMENDADAS PARA SER UTILIZADAS EN EL NORORIENTE

Beveridge, M. (1986), reporta que la temperatura ambiental y el agua que se encuentra en el estanque determina que especie se debe cultivar. En el pie de monte y la llanura nor-oriental, en donde el clima oscila entre 26 y 29 °C las especies que actualmente se están cultivando son la mojarra roja o plateada y las cachamas blanca y negra. Estos peces ofrecen ventajas para el cultivo ya que además de rústicos y resistentes al transporte y manejo, soportan condiciones externas de calidad de agua, crecen rápido y toleran altas densidades de siembra y permiten la práctica del policultivo. Además se adaptan muy bien a las raciones

alimenticias artificiales convirtiendo muy eficazmente el alimento en carne. Antes de comenzar podemos decir que las Cachamas son los peces más recomendables para lograr un proceso de cultivo a nivel de las comunidades rurales, las Mojarra son los peces exóticos más promisorios para cultivo.

El mismo Beveridge, M. (1986), manifiesta que la Mojarra roja es muy demandada por el consumidor dada su presentación, buen color de la carne y tamaño del filete. La Mojarra plateada es una línea potencial o complementaria si las condiciones del mercado regional se modifican en el futuro. Además de las especies mencionadas se ven con potencialidades de cultivo las especies Yamú, Bocahico y Bagre rayado, las cuales actualmente se cultivan en pequeña escala o como especies secundarias en los cultivos de más de una especie o policultivos. Para seleccionar la especie a cultivar debemos ver que sea un pez con buen sabor, apariencia, textura, y facilidad de preparación con alta demanda en el mercado, debe ser rápido en su crecimiento, que acepte alimentos diversos, para que aumenten su rendimiento y productividad, y que tenga tolerancia a vivir en condiciones extremas de calidad de agua, como pueden ser bajas concentraciones de oxígeno y otros elementos presente en el agua.

D. PIARACTUS BRACHYPOMUS (CACHAMA BLANCA)

Coche, A. (1978), señala que la cachama blanca (*Piaractus brachypomus*) es una especie dulce acuícola autóctona, la cual se encuentra ampliamente distribuida en el país, principalmente en los grandes ríos Amazonas, Coca, entre otros. Desde 1976 se vienen realizando diversos estudios referentes a la cachama, principalmente con el fin de introducir esta especie en la ciencia de la piscicultura; se han obtenido grandes logros con respecto a la inducción de su reproducción, mejoras en los sistemas de cultivo, tipo de alimentación, control de plagas y enfermedades, etc. Pero sin embargo, hasta los momentos no se han realizado estudios detallados sobre su aspecto tecnológico, el cual es relevante cuando existen consumidores dispuestos a incorporar a la cachama en su dieta alimenticia. La cachama blanca se encuentra distribuida en las cuencas, es también un pez tropical que no puede sobrevivir si la temperatura del agua

desciende a menos 1 ° C, es de color blanco, plateado a gris claro, es menos fuerte y robusto que la gamitada, puede alcanzar en el ambiente natural hasta 85 cm. de longitud total y llegar a pesar alrededor de 20 Kg.

Bardach, J. Navarro, W. y Susan, T. (1986), señalan que en su ambiente natural se alimenta de semillas, frutas y forrajes, catalogándose como omnívora con tendencia vegetariana, tiene gran potencial para piscicultura debido a su rusticidad, hábitos alimenticios omnívoros y rápido crecimiento La cachama es un pez de porte relativamente grande, ampliamente distribuido desde el Orinoco en toda la cuenca amazónica, ha representado durante muchos años un excelente, abundante y apetecido producto de la pesca fluvial, principalmente en los ríos Guanare, Portuguesa, Apure y sus afluentes Orinoco, ofertándose con apreciable abundancia en los mercados locales y algunas ciudades de importancia en el país. Los alevines de estos peces, hasta hace muy poco, eran capturados en los ríos, esteros, tributarios y áreas recién inundadas de nuestros llanos ya que la reproducción era muy difícil y casi imposible en cautiverio, como se indica en el gráfico 1 . La clasificación zoológica de la cachama es la siguiente:

- Reino: Animal
- Subreino: Metazooario
- Tipo: Chordata
- Subtipo: Vertebrados
- Superclase: Pisces
- Familia: Characidae
- Nombre científico: *Piaractus brachipomus*
- Nombre común: Paco (Brasil), Morocoto (Venezuela), Cachama blanca (Colombia) Cachama roja (Ecuador)
- Origen: Especie nativa.
- Familia: Serrasalminidae.
- Hábito alimenticio: Omnívoro, frugívoro
- Rango de peso en adultos (Kg): 2.0 - 12.0
- Edad de madurez sexual: El macho: 2.5 años, la hembra 3.5 años

- Determinación del sexo: Solo se puede determinar durante la época de desove.
- El macho presenta salida de esperma al practicarle un masaje en la parte abdominal. La hembra tiene un abdomen hinchado, blando al tacto y la papila genital de color rojo o rosa e inflamada.
- Tipo de desove: Pelágico, completo y una vez al año.
- Nro. de huevos por kg. de biomasa: 130.000 aprox.
- Tipo de huevo: semi-boyante
- Temperatura optima para su reproducción y cultivo: 26.0-28.5 °C
- Método de reproducción en cultivo: inducida.
- Periodo de incubación de huevos: 15- 18 horas.
- Tiempo de reabsorción del saco vitelino: 4- 5 días.
- Alimentación en estanques: concentrado para peces, frutas, vegetales y desperdicios.



Gráfico 1. Esquema de la Cachama blanca (*Piaractus brachipomus*)

Beveridge, M. (1986), manifiesta que existen dos especies de cachamas (la negra y la blanca), pero la cachama blanca, es la que tiene mejor rendimiento en carne y su comercialización es mayor en comparación con la otra, presentando las siguientes ventajas

- Adecuación al clima de la región.
- Crecen sumamente rápido.
- Se reproducen en cautiverio.
- Se adaptan al encierro y a la alimentación artificial.
- Resisten las manipulaciones y el transporte.
- Su sabor y valor nutritivo es apreciado.
- Resisten a las enfermedades.

Bocanegra, F. (2005), indica que la cachama blanca posee gran cantidad de escamas pequeñas, color gris claro en la parte dorsal y blanco en la ventral, con ligeras coloraciones rojizas en la parte anteroventral y en las aletas pectorales, pélvicas y anal. Cuerpo pequeño y cabeza profunda con relación a este. En el medio natural se alimenta de semillas, frutas y forraje, por lo que se dice que es omnívora. Son reofílicos, desovan durante las migraciones ocurridas en la época de invierno. El desove es total y se presenta antes de que las aguas alcancen el máximo nivel. Su madurez sexual se alcanza a los 3-4 años de edad cuando los ejemplares alcanzan un peso promedio entre los 4-5 kilogramos. Las hembras pueden colocar en promedio 150.000 huevos por kilogramo de peso vivo. Tienen gran potencial para piscicultura debido a su rusticidad, amplios hábitos alimenticios, rápido crecimiento, convivencia con otras especies y porque no se reproduce en los estanques evitando problemas en cuanto a manejo se refiere. Acepta bien el concentrado comercial, aunque también puede dársele en cultivo semillas de palma, bore, papaya, guayaba, banano, maíz, hojas de yuca, etc., como dieta suplementaria. Esto quiere decir que en el mañana se puede dar concentrado y ofrecerle en la tarde cualquiera de las alternativas alimenticias arriba mencionadas. Su carne es de buena calidad y gran aceptación en el mercado. Se puede sembrar a una densidad máxima de 4 peces/m², cuando se tiene entrada constante de agua para obtener al final de 6 meses animales de 500 gramos.

E. PRODUCCION DE SEMILLA DE CACHAMA-ALEVINES

[http://www.unal.edu.co/veterinaria/pdf/rev.com \(2007\)](http://www.unal.edu.co/veterinaria/pdf/rev.com (2007)), indican que la cantidad de reproductores necesaria es predeterminada por el número de alevines que se desea obtener, así como el número de huevos, considerándose evidentemente, la pérdida por mortalidad. Para establecer el número de reproductores, pretendiéndose una cantidad de alevines es preciso basarse en el peso de cada hembra. Normalmente, una hembra de *Colossoma* desova en media 100.000 óvulos por Kg. de peso corporal, esto equivale a afirmar que una hembra de 6 Kg. podrá producir 600.000 óvulos. Dependiendo del índice de fertilización se podrá o no obtener una significativa cantidad de larvas, consecuentemente de alevines. Una densidad conveniente de peces irá a asegurar condiciones ideales que influenciarán en el desempeño de los progenitores. Para tal, una carga de 1 Kg. de peso corporal del pez por metro cuadrado (1 Kg./m^2) es considerada buena. Para que esto se torne evidente, el vivero tendrá que poseer todas las condiciones de estabulación, tal como agua en calidad y cantidad, alimentación adecuada, etc. Deberá tener una profundidad en torno de 1.5 m y contener agua en abundancia. Un vivero de 1 ha de área exigirá $100\text{--}200 \text{ m}^3$ de agua por día, necesarios como para completar la pérdida de evaporación durante la estación de seca. De preferencia, la forma deberá ser rectangular, lo cual facilitará la captura de los peces. Los estanques deberán ser de $1000\text{--}4000 \text{ m}^2$ de tamaño.

[http://www.aguaverdeacuicultura.com \(2007\)](http://www.aguaverdeacuicultura.com (2007)), indica que la cachama, por ser un pez de comportamiento reofílico o migratorio, no se reproduce en condiciones de cautiverio, de manera natural, debido a que se bloquea su sistema endocrino específicamente en la etapa de ovoposición, desove. Sin embargo con un manejo técnicamente adecuado pueden desarrollar totalmente sus productos gonadales, óvulos o espermatozoides según el sexo, hasta el punto culminante de fertilización, cuando el hombre actúa inyectándole dosis hormonales previamente calculadas o inoculando extractos de hipófisis preparada para tal fin. Los factores externos, o sea los propios del medio ecológico, son los factores determinantes de la maduración sexual de un pez.

EL mismo <http://www.aguaverdeacuicultura.com> (2007), señala que los cambios de pluviosidad, fotoperíodo, temperatura, oxígeno disuelto, corriente, conductividad, dureza del agua, etc., son inicialmente detectados por el sistema nervioso del pez. Al llegar esta información de tipo nervioso, es recogida por el hipotálamo, que segrega y pone en circulación un tipo de hormonas llamadas liberadoras de gonadotropina, estas excitan directamente a la glándula hipófisis que segrega las hormonas gonadotrópicas, las cuales actúan sobre las gónadas encargadas de producir finalmente las hormonas esteroideas o sexuales, que conducirán a la maduración gónada total y finalmente al desove, donde juegan un papel principal las prostaglandinas. Así como la producción y levante de larvas y post-larvas de cachama, el proceso de cebo ciclo alevín hasta tamaño de cosecha o porción, requiere de cuidados y manejo para garantizar el éxito de los cultivos. La densidad conveniente mínima en reproductores de cachama que se utilizará es de 3 Kg. de peso corporal por metro cuadrado, (3 Kg./pez/m²), lagunas rectangulares, para su mejor manejo, chequeo y captura, donde el nivel acuático se mantendrá siempre en un mínimo de 1.7 mts y no más de 2 mts de profundidad.

1. Reproducción natural

González, L. (1987), reporta que la cachama es un pez reofílico que se reproduce anualmente en la época coincidente con las primeras lluvias, crecidas de los ríos, zonas recién inundadas, que en nuestro país ocurre en los meses de Mayo, Junio y Julio. Normalmente una hembra de *Colossoma* desova, pone, unos 100.000 óvulos por kilogramo de peso corporal, lo que implica que una cachama de 10 kilogramos puede desovar aproximadamente 1.000.000 de óvulos en una sola postura. Se estima que en el medio silvestre o natural la sobrevivencia desde ovulación hasta la etapa de alevines es de 0.01 a 0.05%, implica que un desove de 1.000.000 de óvulos sobrevivan entre 100 a 500 alevines que llegarán a cachamas adultas. Los huevos recién desovados se dejarán arrastrar por las aguas de los ríos ocupando las zonas recién inundadas donde las futuras y afortunadas post-larvas y alevines encontrarán alimento natural en abundancia, principalmente constituido por fito y zooplancton.

2. Reproducción artificial o inducida

<http://www.aguaverdeacuicultura.com> (2007), indican que la cachama, por ser un pez de comportamiento reofílico o migratorio, no se reproduce en condiciones de cautiverio, de manera natural, debido a que se bloquea su sistema endocrino específicamente en la etapa de ovoposición, desove. Sin embargo con un manejo técnicamente adecuado pueden desarrollar totalmente sus productos gonadales, óvulos o espermatozoides según el sexo, hasta el punto culminante de fertilización, cuando el hombre actúa inyectándole dosis hormonales previamente calculados o inoculando extractos de hipófisis preparada para tal fin. Los factores externos, o sea los propios del medio ecológico, son los factores determinantes de la maduración sexual de un pez. Los cambios de pluviosidad, fotoperíodo, temperatura, oxígeno disuelto, corriente, conductividad, dureza del agua, etc., son inicialmente detectados por el sistema nervioso del pez. Al llegar esta información de tipo nervioso, es recogida por el hipotálamo, que segrega y pone en circulación un tipo de hormonas llamadas liberadoras de gonadotropina, estas excitan directamente a la glándula hipófisis que segrega las hormonas gonadotrópicas, las cuales actúan sobre las gónadas encargadas de producir finalmente las hormonas esteroides o sexuales, que conducirán a la maduración gónada total y finalmente al desove, donde juegan un papel principal las prostaglandinas.

F. PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DE AGUA PARA EL CULTIVO DE LA CACHAMA BLANCA

Bocanegra, F. (2005), señala que la calidad de agua en el cultivo de la cachama blanca es un aspecto de suma importancia, que pocas veces se toma en cuenta. La calidad del agua puede ser buena o mala si se reúne o no las condiciones adecuadas para el cultivo de estos peces, se dice que el agua es de buena calidad cuando presenta condiciones de temperatura, transparencia, oxígeno disuelto, pH y derivados nitrogenados en niveles adecuados para el normal desarrollo de los peces:

1. Temperatura óptima

Bocanegra, F. (2005), manifiesta que la temperatura optima esta comprendida entre 24-29 ° C: Puede tolerar temporalmente temperaturas menores a 22 ° C o mayores a 34° C. Sin embargo si permanecen mucho tiempo en bajo estas condiciones los peces se estresan, reducen el consumo de alimento, se tornan susceptibles a enfermedades y mueren en poco tiempo. Excepcionalmente estos peces pueden soportar hasta 36 ° C pero por poco tiempo. A exposiciones prolongadas de temperaturas superiores a estas se puede presentar mortalidad de los peces, los estanques con profundidades menores de 60 centímetros tienden a calentarse rápidamente en especial cuando llega la época seca.

2. pH

El mismo Bocanegra, F. (2005), indica que el potencial hidrogeno (pH) debe estar comprendido entre 6.5 — 8.5. pero el pH óptimo es de 7.0 para que haya buena producción de plancton. Es un factor que indica el grado de acidez o alcalinidad del agua de cultivo de los peces. El agua de los aguíjales o de las quebradas en la Amazonia normalmente es de color negruzca debido a su alto contenido de materia vegetal en proceso de descomposición, esta agua es acida y presenta niveles de pH de 5.5 – 6.5, pero hay que ver que la productividad de los estanques es superior cuando presenta niveles de pH cercanos al neutro, es decir cercanos a 7. Por esta razón cuando se desea mejorar la productividad se corrige el pH del agua agregando cal al suelo cuando el estanque esta vacío. Una forma practica de medir el p>H es usando una cinta especial que se puede conseguir en una farmacia.

3. Oxigeno disuelto

Bocanegra, F. (2005), señala que el oxigeno disuelto debe ser mayor de 4 p.p.m. en el agua para el normal desarrollo del cultivo. Resisten concentraciones menores a 2 p.p.m. pero se afectan mucho los peces (disminuyen el consumo de alimento y se hacen más susceptibles a enfermedades). El oxigeno disuelto es

importante para el proceso de respiración de los peces en los estanques de cultivo. Esta varía a través del día, normalmente la concentración es alta durante el día y baja durante la noche debido a que es altamente influenciada por la presencia de microorganismos de origen vegetal, que cuando este es abundante transmite al agua un color verde a las aguas lo que provoca la mortalidad de los peces por deficiencia de oxígeno, el boqueo viene a ser un intento de los peces de compensar la deficiencia de oxígeno del agua, tomándola de la película superficial del agua. Cuando los niveles de oxígeno son cercanos a cero en las cachamas blancas se observa la dilatación del labio inferior hacia delante y hacia los lados, para contrarrestar esta dificultad se debe suspender la fertilización y en casos extremos se puede llegar a suspender la alimentación por una semana y si se cuenta con agua disponible se puede renovar una parte del volumen.

4. Alcalinidad y dureza

Bocanegra, F. (2005), menciona que la alcalinidad debe ser mayor de 20, ideal 60 mg/litro equivalentes a carbonato de calcio, importantes en la regulación del pH, producción de fitoplancton, producción de oxígeno y turbidez adecuada para el cultivo. Y la dureza debe ser mayor de 20 mg. /litro.

5. Compuestos nitrogenados (nitritos, nitratos y amonio)

El mismo Bocanegra, F. (2005), manifiesta que los compuestos nitrogenados son productos de las excreciones metabólicas y tóxicas para los peces. Valores de 0.1 mg/lit para nitritos y 0.01 mg. /lt. de amonio indican perturbación del ciclo normal. Los nitratos son poco tóxicos pero en condiciones anaerobias pueden transformarse en nitritos.

6. Transparencia

Bocanegra, F. (2005), indica que la transparencia del agua depende de la cantidad de sólidos en suspensión ya sea que se trate de material inorgánico

como la arcilla o material orgánico como los microorganismos componentes de plancton que no se puede ver a simple vista, o material vegetal en proceso de descomposición. La transparencia del agua se mide con el disco Secchi o con el brazo. El disco Secchi, es un disco de 20 cm. de diámetro dividido en cuadrantes, cada cuadrante se pinta en forma alterna de blanco y negro, se construye de cualquier material resistente al agua, en su parte inferior se coloca un peso que puede ser de fierro o plomo para facilitar su fácil hundimiento en el agua, en la parte central y superior del disco se inserta una cuerda de 1.20 metros, graduada en tramos de 10 cm. Para hacer la medición de la transparencia se introduce el disco en el agua y se va soltando la cuerda poco a poco hasta observar su desaparición en el agua.

<http://www.aguaverdeacuicultura.com> (2007), menciona que en este momento se anota la profundidad de desaparición observando la graduación de la cuerda. Los estanques que presentan una transparencia entre 30 y 60 cm. Son los más productivos. Si la transparencia es menor de 30 cm. Significa que existe alto contenido de sólidos en suspensión. Si a esto se suma un color verde oscuro y algo denso en el agua del estanque significa que el agua tiene alto contenido de microorganismos de origen vegetal (fitoplancton), en suspensión. En este caso la distribución del oxígeno disuelto en el agua es alta durante el día y baja durante la noche con niveles cercanos a cero. Esto explica el boqueo de los peces en estanques con agua verde antes del amanecer. Cuando la transparencia es mayor a 60 cm. el agua tiene escaso contenido de sólidos en suspensión en especial microorganismos, en este caso la variación en la distribución del oxígeno, disuelto en el agua, es menor que en el caso anterior y los peces no presentan boqueo en el amanecer.

7. Nitrógeno amoniacal

Bocanegra, F. (2005), manifiesta que este debe ser originado de la descomposición de la materia orgánica en general, ya sea que proceda de la fertilización de los estanques o de la acumulación de excretas o de los restos de alimentación de los peces. El nitrógeno amoniacal en el estanque de cultivo de

peces cachama blanca, se encuentra disponible en forma ionizada y no ionizada, dependiendo del pH del agua. Cuando se recurre a altas tasas de fertilización o de la alimentación de los peces en cultivo o cuando se asocia el cultivo de peces a la cría de cerdos, se debe medir con frecuencia el nivel del pH del agua de los estanques debido a que el aporte de excretas incrementa los derivados nitrogenados y con ello el nivel de nitrógeno amoniacal, con altos niveles de pH (> 9.5) se incrementa la forma tóxica del nitrógeno amoniacal en el agua por lo cual es conveniente suspender la fertilización o alimentación y si hay agua disponible agregar al estanque en una cantidad suficiente para proporcionar el recambio de por lo menos 1/3 del volumen.

8. Nitrito

<http://www.aguaverdeacuicultura.com> (2007), señala que el nitrito es otra forma de nitrógeno que puede estar disponible en el estanque, su origen se debe a la oxidación del nitrógeno amoniacal, a la liberación desde el fondo o a la descomposición de la materia orgánica disponible en el estanque. Los peces captan el nitrito a través de las branquias por difusión que al combinarse con la hemoglobina puede producir la muerte por asfixia.

9. Hierbas en el estanque

Martínez, M. (1984), menciona que las hierbas acuáticas pueden ser enraizadas, flotantes, de fondo, emergentes, etc. En algunas ocasiones proliferan tanto que pueden llegar a cubrir la superficie del estanque. En este caso resultan inconvenientes porque pueden llegar a dificultar las operaciones de las redes de pesca, limitan la distribución del alimento de los peces y también la penetración de la luz tan necesaria para el fitoplancton restringiendo su productividad. Adicionalmente limitan el oxígeno en por esta razón es conveniente eliminar las macrofitas de los estanques de cultivo

G. INFRAESTRUCTURA

Núñez, J. y Salaya, J. (1984), indican que definitivamente los cultivos de cachama marchan excelentemente en estanques de tierra o lagunas, que manejadas correctamente nos conducirán con éxito a la etapa de cosecha. El terreno para la construcción de la laguna tendrá una pendiente natural del 2% (poca pendiente, territorio llano). Hay tres formas de producir peces de acuerdo con las instalaciones y son:

- Estanque en tierra.
- Estanque en cemento.
- En jaulas flotantes.

1. Estanque en tierra

Los mismos Núñez, J. y Salaya, J. (1984), indican que un estanque en tierra es un recinto artificial de agua de poca profundidad, excavado en tierra de forma tal que pueda vaciarse totalmente. Se debe seleccionar un buen lugar para ubicarlo, en lo posible que éste quede cerca de la casa para facilitar su cuidado, el abastecimiento de agua debe estar lo más cerca posible y el estanque debe ser ubicado en gran parte a pleno sol. Antes de construir los estanques debemos controlar algunos parámetros como son:

- Suficiente disponibilidad de agua y de buena calidad todo el tiempo
- El suelo para construir el estanque debe tener suficiente arcilla
- Que existan buenas vías de acceso hacia los mercados de comercialización

<http://www.agronet.gov.co/estanqueentierra.com> (2007), reporta que los estanques son embalses artificiales de agua que se pueden llenar y vaciar fácilmente, según las

necesidades. Para que se construyan en un medio favorable al desarrollo de los peces, es necesario realizar una evaluación previa del sitio donde se quiere construir; determinar las características deseables, tales como tamaño, forma, profundidad, fuente de agua de abastecimiento, etc.; localizar el lugar preciso, preparar el terreno y finalmente realizar su construcción. Los estanques son los recintos acuáticos más utilizados en nuestro país para desarrollar el cultivo de los peces; su forma, tamaño y los materiales que se utilizan para su construcción dependen básicamente de la especie y el sistema de cultivo que se desee implementar. Por ejemplo, para el cultivo de las truchas por lo general se utilizan estanques de cemento; a diferencia de los estanques en tierra que se utilizan para el cultivo de especies de clima medio cálido.

2. El cultivo en jaulas

<http://www.agronet.gov.co/mejoramiento.com> (2007), señalan que al contrario del cultivo de peces en estanques, la técnica de engorde de peces en jaulas se originó muy recientemente, remontándose los primeros registros a finales del siglo XIX en la cuenca del Mekong en Indochina. Sin embargo, las modernas jaulas que se utilizan en la actualidad probablemente aparecieron en Japón en la década de 1950. En las dos últimas décadas se han intensificado los esfuerzos para aprovechar esta modalidad de producción de pescado en aguas dulces y así no menos de 35 países de Europa, Asia, África y América han emprendido cultivos experimentales con más de 70 especies diferentes de éstas, tan sólo se cultivaban comercialmente una decena, que incluye salmónidos y bagres de canal en las regiones templadas y carpas comunes, chinas y tilapias en zonas tropicales, subtropicales e incluso templadas. Significa esto que aún no se ha demostrado la viabilidad técnica del cultivo en jaulas de muchas de las especies. En otros casos, pueden verificarse la viabilidad técnica y sin embargo resulta económicamente inviables en condiciones reales. Este es un hecho que obliga a realizar estudios de factibilidad económica antes de llevar cualquier especie al nivel de producción comercial.

Beveridge, M. (1986), señala que el cultivo en recintos -jaulas y corrales- sólo será viable si por los peces cultivados se pagan precios suficientemente altos para que su producción dé beneficios y absorba sin dificultades los costos de alimentación, el bajo precio que el consumidor de los trópicos está en capacidad de pagar por peces cultivados podría ser una de las razones que explique por que este tipo de cultivos ha experimentado un desarrollo importante únicamente en países industrializados. Consideraciones de este tipo llevan a Bem Yami a pensar que las tendencias de la acuicultura continuarán orientándose, en general, hacia formas intensivas de producción de especies de alto valor que pueden absorber los altos. Por tanto opina que no debe esperarse que la acuicultura llegue a ser una forma masiva de producir proteína económica en el Tercer Mundo. Antes de renunciar a esta interesante meta y aceptar esta dura aseveración resultaría conveniente explotar a fondo la viabilidad técnica y económica del cultivo de especies dotadas de cualidades especiales, aplicando tecnologías que reduzcan al mínimo los costos de producción.

Shang, Y. y Merota, N. (1987), mencionan que para lograr la rentabilidad de la piscicultura deberá trabajarse sobre el principal costo, que es el alimento, el cual no deberá superar el 20% de valor del pescado en la puerta de la explotación, según recomendaciones de la Asociación de Criadores y Piscicultores (ADCP 1983). Las características socio-económicas particulares de una zona pueden hacer exitosas ciertas explotaciones de peces en jaulas en el trópico. Informa sobre la preferencia de la desarrollada clase de Taiwán por la tilapia producida intensivamente en jaulas, debido a su mejor sabor. Esta y otras particularidades hacen que se mantenga una interesante rentabilidad en la producción y que no encuentren problemas en hacer uso de piensos comerciales.

Beveridge, M. (1986), menciona que como contrapartida a la débil situación económica de los países del trópico, las características limnológicas de sus masas de aguas les otorgan un importante potencial para algunas modalidades de cultivo. Aparte de las mayores tasas de crecimiento que se obtienen en aguas cálidas, hay que señalar que la productividad primaria promedio de los cuerpos de agua tropicales es considerablemente mayor que en los de regiones templadas

Cabe esperar buenas producciones de peces planctívoros o detritívoros recluidos en jaulas o corrales en lagos productivos bajo régimen extensivo o semiintensivo.

Olds, C. y González, C. (1985), aseveran que el papel desempeñado hasta ahora por las jaulas en el panorama de la acuicultura de peces y mariscos es más importante en ambientes marinos y salobres que en las aguas dulces. El 40% de los productos de la acuicultura marina proviene de jaulas, mientras que en agua dulce sólo se usan jaulas para producir el 4% del total. La acuicultura produjo en 1983 10.2 millones de toneladas de peces y otros productos acuáticos. Sudamérica contribuyó con 220.505 toneladas, apenas un 2% de la producción mundial, de las cuales 167.797 correspondió a peces. Los elementos que integran la estructura de una jaula como se indica en el gráfico 2 son:

- F: flotador.
- C: columna.
- P.E: panel intermedio. 609-1 a
- 4: vigas (4 tipos).
- 66: Soporte intermedio.
- 100: cumple dos funciones
- (R): rigidizador
- (S): viga soportadora del panel entrecolumnas.
- 105: viga de soporte de panel entre vigas

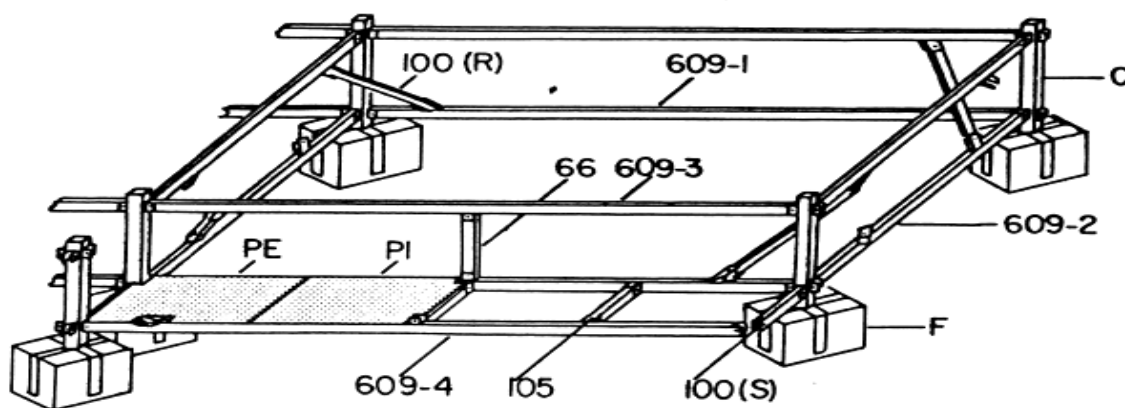


Gráfico 2. Diagrama de una jaula para siembra de alevines

Beveridge, M. (1986), señala que las jaulas flotantes, en general, consisten en un entramado cerrado por sus tres dimensiones con mallas o redes sujetas a una estructura flotante. Dentro de este recinto acuático, se cultivan los peces, engordándolos desde su edad juvenil hasta conseguir el tamaño adecuado para la venta. El agua es renovada libremente a través de las mallas de las paredes y el fondo, facilitando de esta forma el aporte continuo de oxígeno disuelto y la limpieza de los residuos. Una pequeña corriente, siempre existente en cualquier lago por muy poco agitado que sea, es suficiente para renovar grandes masas de agua en poco tiempo y tolera, por lo tanto, el cultivo de altas densidades. En las jaulas flotantes siempre se desarrollan cultivos intensivos o superintensivos, aprovechando las aguas continentales y marítimas. Los corrales, también son recintos acuáticos que permiten desarrollar los mismos tipos de cultivo; la principal diferencia estructural con respecto a las jaulas radica en que la parte inferior de fondo, la construye el mismo fondo de reservorio o lago.

Shang, Y. y Merota, N. (1987), manifiestan que este tipo de cultivo, se implementa en aguas con profundidades hasta de 10 metros y sus dimensiones van de una a cincuenta hectáreas. En nuestro país se utiliza primordialmente las jaulas de los corrales; claro está, que estos tipos de sistemas han sido utilizados solo hasta en los últimos años. Las principales ventajas que ofrecen estos, están en los tipos de piscicultura que se utilizan y en lo económicos que son, ya que sus costos iniciales son más bajos que la infraestructura empleada en tierra.

H. REQUERIMIENTOS DE LA CACHAMA BLANCA

Olds, C. y González, C. (1985), indican que los requerimientos de la cachama blanca son:

1. Fuente de agua

Los mismos Olds, C. y González, C. (1985), reportan que el agua, en lo posible, debe proceder de un lugar ubicado más alto que el estanque, de tal forma

que pueda llegar a él por gravedad. El abastecimiento de agua debe estar ubicado lo más cercano posible, tener disponibilidad de agua todo el tiempo y que no esté contaminada, puede provenir de fuentes como: manantiales, quebradas, ríos, nacimientos y reservorios. El agua debe ser conducida por acequia, manguera o tubería plástica desde la fuente de agua más próxima, la cantidad de agua necesaria varía de acuerdo al número de peces por metro cuadrado que se siembre en el estanque, a mayor densidad de siembra, mayor cantidad de agua o mayor porcentaje de recambio de agua, con el fin de que se suplan las pérdidas de oxígeno disuelto y se descontamine el sistema de productos de excreción como el amonio.

2. Calidad del suelo

Núñez, J. y Salaya, J. (1984), señalan que la calidad del suelo dedicado a la piscicultura está dado por su grado de impermeabilidad o su capacidad de retención del agua, por lo que antes de construir un estanque tendremos que hacer investigaciones del suelo para poder determinar si su permeabilidad es apta para la construcción del estanque. Los mejores suelos para la construcción de estanques son los franco-arcillosos, puesto que retienen bien el agua y son fáciles de trabajar ya sea con maquinaria o mano de obra, el suelo debe tener por lo menos un 20% de arcilla, lo que puede determinarse con un examen de laboratorio, existe sin embargo un método muy sencillo para determinar si el sitio donde pensamos construir nuestro estanque es adecuado:

- Tome un puñado de tierra de la superficie y apriételo hasta formar una bola, tire hacia arriba la bola y recójala al caer. si la bola se deshace quiere decir que el suelo contiene demasiada arena o grava y por esto no nos sirve. si la bola no se rompe, aún no se puede estar seguro si el suelo es apto para la construcción, así que es la hora de hacer una segunda prueba.
- Cave un hoyo de unos 80 centímetros de profundidad y llénalo completamente de agua, luego cúbralo con ramas frondosas o madera. a las 12 horas el agua se habrá filtrado, entonces debe llenarlo y taparlo nuevamente. si a las 12

horas de hacer esto la mayor parte del agua está todavía en el hoyo, quiere decir que el suelo retiene el agua lo suficiente para que se pueda construir un estanque en ese lugar

3. **Forma y tamaño del estanque**

<http://www.fao.org/docrep/field.htm> (2007), indica que forma ideal de un estanque es rectangular, sin embargo, muchas veces la forma depende del relieve y del tamaño del predio. las ventajas del estanque rectangular son las siguientes: es más fácil y rápida la cosecha, mejor aprovechamiento del agua de recambio, puesto que recorre toda la totalidad del estanque, el tamaño puede ser de varias hectáreas hasta unos cuantos metros cuadrados, dependiendo del tipo de piscicultura, la especie a cultivar, la topografía de la finca, así como los siguientes factores:

- El mercadeo y a capacidad económica del piscicultor
- El espacio que tenga en la finca para esta actividad.
- La cantidad de agua que entre al estanque. (cantidad de peces por entrada de agua al estanque).

Núñez, J. y Salaya, J. (1984), señalan que a los estanques hay que prepararlos de la siguiente manera:

- Hay que encalarlos es decir colocar cal al fondo del estanque vacío sin agua pudiendo aplicar cal apagada o cal agrícola, como la cal viva u oxido de calcio. La cantidad de cal necesaria para alcanzar niveles de pH cercanos a 7 varia entre 500 y 1000 Kg./hectárea. En cualquiera de sus formas se aplica al espolvoreo dando la espalda al viento de manera que el polvo se levante, sea llevado por el viento lejos de uno. Siempre debe tenerse en cuenta esta recomendación , si se aplica de modo diferente el polvo puede producir quemaduras debido a que este producto reacciona con el agua de las

mucosas como de la nariz, la boca y los ojos, inclusive con el agua de la transpiración formando hidróxido de calcio que provoca quemaduras en la piel. Hay que recordar que la cal se debe aplicar en el estanque vacío, nunca cuando este lleno de agua y mucho menos con peces en su interior ya que la cal con el agua reacciona rápidamente elevando el pH hasta alcanzar niveles letales y puede producir mortalidad de los peces.

- Realizar la fertilización con gallinaza, cabe recordar que la gallinaza esta compuesta por restos de alimentación de aves de corral y excretas, esta fertilización tiene un bajo costo, como fertilizante es muy eficaz en especial cuando se trata de mejorar la productividad del agua con fines de cría de alevines o de especiales que consumen plancton como la gamitada, la tasa de fertilización con gallinaza es de 1000 Kg./hectárea, la gallinaza se aplica tanto en estanque en seco como en estanque con agua al espolvoreo
- Posteriormente realizar la fertilización con abono verde ya que el abono verde lo constituyen las hierbas de corte que crecen alrededor de los estanques de cultivo, este tipo de abono junto con la gallinaza favorece una alta productividad planctónica para el cultivo de los peces, normalmente se aplica de 1000 a 1500 Kg./ha, en pequeños manojos en todo el estanque e en un saco de arroz el cual se pisa diariamente para liberar el fertilizante

4. Profundidad

<http://www.agronet.gov.co/profundidaddelosestanques.com> (2007), menciona que la profundidad ideal es de un metro promedio, es decir de 0.8 metros en la parte más profunda y 1.2 en la parte más profunda. Estanques con profundidad inferior a 0.5 metros son propicios para el fácil calentamiento del agua y proliferación de plantas acuáticas. Estanques con profundidades superiores a 2 metros son muy difíciles de manejar (pesca), son costosos y se pierde el espacio de 1.5 hacia abajo, puesto que la luz solar no llega hasta allá y por supuesto los peces tampoco.

5. Elementos que deben conformar un estanque

<http://www.geocities.com/sanfdo/piscicul.htm> (2007), manifiesta que los elementos que se deben tomar en cuenta para poder conformar un estanque son los que se describen a continuación:

a. Dique

El mismo <http://www.geocities.com/sanfdo/piscicul.htm> (2007), manifiesta que el dique es un terraplén compacto que sirve para retener el agua, su altura es igual a la profundidad del agua más una porción de borde libre para evitar el desbordamiento. A la parte superior del dique se le denomina corona y el talud es la parte lateral o parte inclinada de los estanques que sirven para la cría de los animales acuáticos como es el caso de la cachama blanca.

b. Entrada y salida de agua

<http://www.geocities.com/sanfdo/piscicul.htm> (2007), reporta que la entrada y salida de agua debe ubicarse en los extremos opuestos al estanque, esto permite una mejor circulación y adecuado recambio de la misma. Se debe tomar muy en cuenta que el tubo de la salida del agua debe ser giratorio de tal manera que al querer desocupar el estanque tan solo se necesita acostarlo sobre el fondo.

c. Rebosadero

<http://www.geocities.com/sanfdo/piscicul.htm> (2007), señala que el rebosadero sirve para evitar que el agua sobrante y que proviene especialmente de las lluvias de lluvias o de exceso de caudal de alimentación de los estanques cause desbordamientos, normalmente se construye un rebosadero a unos 5 a 10 centímetros por encima del nivel del agua.

d. Caja de pesca

<http://www.agronet.gov.co/profundidaddelosestanques.com> (2007), menciona que la caja de pesca es una estructura localizada en la parte profunda del estanque, cerca del desagüe, generalmente 30 cm. por debajo del fondo. Sirve para recoger la cosecha cuando se desocupa un estanque.

e. Bocatoma y desarenador

<http://www.geocities.com/sanfdo/piscicul.htm> (2007), señalan que la bocatoma es la estructura que se localiza en la fuente de agua, su dimensión depende del caudal a tomar, mientras que el desarenador consiste en un estanque con diferentes barrenas para retener los sedimentos y partículas en suspensión, en pisciculturas a gran escala, con altas densidades y fuentes de agua que se enturbian en invierno, es indispensable construir el desarenador.

f. Canal de conducción

<http://www.geocities.com/sanfdo/piscicul.htm> (2007), manifiesta que el canal de conducción es la estructura que conduce el agua desde la fuente hasta los estanques puede ser canal abierto o por tubería, como se indica en el gráfico 3:

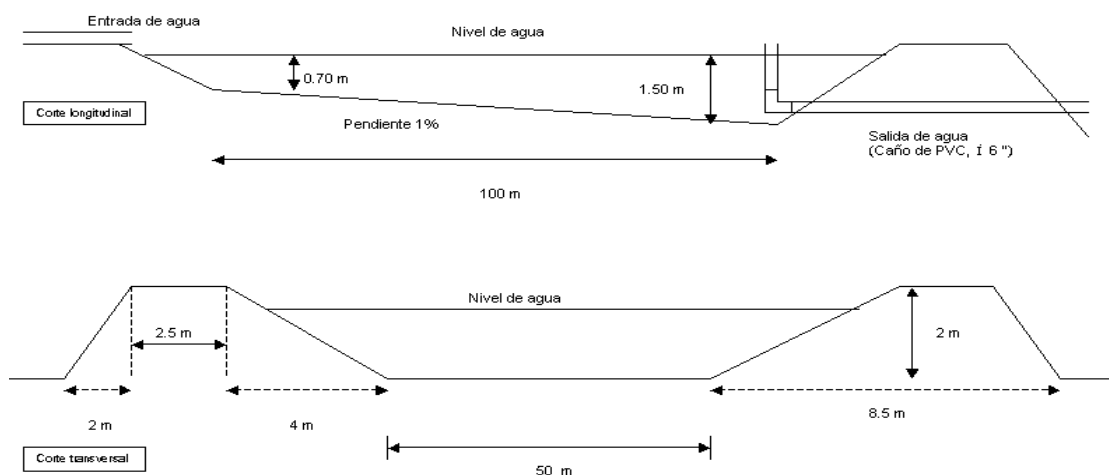


Gráfico3. Partes que conforman un estanque en tierra

I. DENSIDAD DE SIEMBRA

González, L. (1987), indica que cuántos peces podemos sembrar por metro cuadrado depende de muchos factores y cada uno de ellos supremamente importantes. El más importante es la cantidad de agua (litros / segundo) que entre al estanque y haberse decidido porqué tipo de cultivo tiene preferencias, así como de qué especie va a sembrar. Lo ideal es aprovechar al máximo el área del estanque, tener más cantidad de peces por metro cuadrado, con esto nos evitamos la construcción y el manejo de otros estanques. Para cada región es totalmente diferente la densidad de siembra, porque las propiedades físico-químicas del suelo y agua cambian considerablemente de un lugar a otro, de una finca o la otra. Por ejemplo, no es igual la temperatura, ni la calidad del agua o suelos en una finca distante a otra por 2 kilómetros, si comparamos los análisis de suelos de cada finca, habrán diferencias en algunos elementos químicos, así como de acidez y alcalinidad. Además la temperatura del agua puede cambiar, esto por citar solo unos ejemplos. Entonces no nos debemos regir por tablas establecidas en cuanto a la densidad de población.

El mismo González, L. (1987), manifiesta que lo mejor que se puede hacer es retar poco a poco a los peces, es decir sembrar por debajo de lo que considerablemente se estima de acuerdo al caudal de agua que entre al estanque e ir subiendo la población cosecha tras cosecha, la experiencia que tenga el mismo piscicultor lo llevara hasta un limite máximo de siembra. Sembrar por ejemplo inicialmente 2 peces por metro cuadrado y si se nota que no hay problemas por falta de oxígeno o por un crecimiento retardado de los peces, retar al estanque en la próxima siembra a 3 peces por metro y así sucesivamente. Sin embargo es necesario conocer alguna de las tablas de densidad de siembra para tener una referencia. Esta tabla se adapta a un monocultivo con especie cachama blanca. Es de anotar estas densidades son posibles con un recambio constante de agua y por supuesto aguas de excelente calidad, como se describe en el cuadro 1:

Cuadro 1. TABLA DE REFERENCIA PARA SIEMBRA DE ALEVINOS DE CACHAMA BLANCA EN ESTANQUES CON RECAMBIO CONSTANTE DE AGUA

Entrada de agua		Densidad de siembra
1 – 3	litros/segundo	Hasta 4 peces por metro cuadrado
6 – 10	litros/segundo	Hasta 15 peces por metro cuadrado
40 - 60	litros/segundo	Hasta 20 peces por metro cuadrado. (aunque en varias piscícolas han retado los estanques con este recambio de agua hasta 30 peces por metro cuadrado)

Fuente: Olds, C y González C (1985)

[http://www.unet.edu.ve/frey/ /decinv/piscicultura/cachama \(2007\)](http://www.unet.edu.ve/frey/ /decinv/piscicultura/cachama (2007)), señala que para tener éxito y rentabilidad en el cultivo es importante controlar al parámetro quizá más costoso, la alimentación, el mejor método para saber cuanto alimento suministrar al día es utilizar el muestreo de población, que consiste en sacar el 10% al 15 % de los peces, tomar su peso promedio, multiplicarlo por el número total de animales del estanque obteniendo la biomasa que nos sirve para ajustar la ración diaria según un porcentaje establecido para cada peso promedio. Como se describe en el cuadro 2, ejemplo:

Peso promedio = 60 gramos.

Número de peces en el estanque = 1.000

$60 \times 1.000 = 60.000$ gramos La biomasa es de 60.000 gramos en el estanque y se le saca el porcentaje correspondiente:

Cuadro 2: TABLA DE PORCENTAJES POR BIOMASA

Peso promedio en gramos	Porcentaje de biomasa
Menos de 5 gramos	10
De 5 a 20 gramos	8
De 20 a 50 gramos	6
De 50 a 100	4
De 100 a 200	3.5
De 200 a 300	3
De 300 a 500	2.5

Fuente: [http://www.unet.edu.ve/frey/varios/decinv/piscicultura/cachama/\(2007\)](http://www.unet.edu.ve/frey/varios/decinv/piscicultura/cachama/(2007))

[http://www.unet.edu.ve/frey/ /decinv/piscicultura/cachama \(2007\)](http://www.unet.edu.ve/frey/ /decinv/piscicultura/cachama (2007)), señala entonces que tomando el ejemplo anterior tenemos que: 60.000 gramos de biomasa x 4% = 2.400 gramos, (2.4 kilos) es lo que se debe dar en el día de alimento concentrado, repartidos en 3 o 4 raciones. Es de anotar que a mayor temperatura del agua el suministro de alimento es mayor. El anterior ejemplo es para temperaturas de 24 a 32 grados centígrados (pero el crecimiento es más rápido). Ahora, para cada etapa de crecimiento hay una clase de alimento que se diferencia principalmente uno del otro por el porcentaje de proteína, al plan de alimentación para la región y para la especie de pez que se ha decidido sembrar.

1. Densidad y siembra de alevines

<http://wwwkogi.udea.edu.co/Revista/volumen17s.htm9k.com> (2007), indica que la siembra de alevines se debe hacer con cierto cuidado a manera de no proporcionales lesiones ni alteraciones fisiológicas a los mismos. Generalmente sembramos alevines con 3 gramos de peso promedio, los cuales son transportados en bolsas de plástico a razón de 250-500 por bolsa de 60 lts, dependiendo del tiempo de transporte. Una vez en la granja, las bolsas con los

alevines se deben colocar en la superficie del agua de las lagunas, para procurar una nivelación entre la temperatura de la laguna y el agua de transporte de las bolsas, esto puede lograrse en un espacio de 10 -15 minutos, luego se abren las bolsas, se combina agua de la laguna con agua de las bolsas y al cabo de 3 a 5 minutos se liberan los alevines en la laguna.

El mismo <http://wwwkogi.udea.edu.co/Revista/volumen17s.htm9k.com> (2007), indica que en las investigaciones realizadas con piscicultores del programa piscícola, se ha determinado que las mejores densidades en los cultivos de cachama en lagunas de agua estancada y con alimento concentrado en un 90% es de 0.5 - 0.8 cachamas por mts², es decir que en una laguna de 2.000 mts² se podrán cultivar entre 1.000 a 1.600 cachamas, para obtener los mejores rendimientos por pez, siempre debemos mantener los niveles acuáticos recomendados por tanto se deben restituir el agua perdida por evaporación o infiltración. Las piscinas que se emplean en la amazonia ecuatoriana normalmente suelen ser de 10 x 20 cm. , y para proceder a realizar investigaciones frecuentemente se suele dividir a la piscina o estanque en numero de fragmentos de acuerdo a los tratamientos que se desea establecer, por ejemplo en tres partes si es el caso de 3 tratamientos y así sucesivamente.

Núñez, J. y Salaya, J. (1984), mencionan que la siembra de alevines se hará con mucho cuidado, a manera de no proporcionales lesiones ni alteraciones fisiológicas a los mismos. Se deberán sembrar alevinos de entre 2 y 3 gramos de peso promedio, los cuales se transportarán en bolsas de plástico a razón de 250-500 por bolsa de 60 lts, dependiendo del tiempo de transporte. Una vez en la granja, las bolsas con los alevinos se pondrán en la superficie del agua de las lagunas, para procurar una nivelación entre la temperatura de la laguna y el agua de transporte de las bolsas, esto puede lograrse en un espacio de 10-15 minutos, luego se abrirán las bolsas, se combinará agua de la laguna con agua de las bolsas y al cabo de 3 a 5 minutos se liberarán los alevinos en la laguna. Para realizar la siembra se deberá tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Preparación de la laguna para la siembra de alevinos: la laguna que recibirá los alevinos será preparada previamente, con el fin de proporcionarles un ambiente favorable para el desarrollo de los mismos, y a la vez dispongan de un buen y abundante alimento natural por lo menos al comienzo del cultivo.
- Encalado: el encalado de lagunas se hará considerando la calidad del agua, generalmente se usa cuando ésta es de carácter ácido y su ph está por debajo de 6.5.
- Abonamiento el abonamiento de lagunas se hará con el fin de procurar el crecimiento de las poblaciones naturales de fito y zooplancton, el cual constituirá el alimento principal en el primer estadio de alevinaje de las cachamas. Este alimento es rico en proteína, habiéndose medido niveles de hasta 64% de proteína cruda en plancton, procedente de lagunas abonadas con estiércol bovino en estaciones piscícolas vecinas. El abonamiento se realizará 8 días antes de sembrar los peces.
- Porciones de abonamiento se usa la media de abonamiento para las lagunas recién construidas, como se describe en el cuadro 3:

Cuadro 3. PORCIONES DE ABONAMIENTO PARA LAGUNAS DE CRIA DE CACHAMA BLANCA

Abono	Cantidad
Estiércol bovino	2.000 Kg./ha
Porquinasa	1.000 Kg./ha
Gallinaza	1.000 Kg./ha
Abono químico (N.P.K.)	40 Kg./ha

Fuente: Núñez, J. y Salaya J (1984)

<http://wwwkogi.udea.edu.co/Revista/volumen17s.htm9k.com> (2007), señalan que se tendrá especial cuidado de no causar putrefacción o eutrofización en las lagunas con un exceso de abonamiento. Cuando se combinan dos o más abonos orgánicos, se deben promediar la suma de las cantidades recomendadas. El abono químico siempre se puede usar en las proporciones recomendadas combinado con cualquier abono orgánico. Las lagunas deberán seguir un régimen de abonamiento durante todo el cultivo, con replicaciones cada 22 días y con un tercio de las proporciones recomendadas.

- Llenado de lagunas: una vez terminado el abonamiento, inmediatamente se procederá al llenado de las lagunas y a llevarlas al nivel acuático deseado.
- Oxigenación de lagunas: otra fuente de regeneración del oxígeno del agua en un estanque es el viento, factor muy importante que debe tomarse en cuenta al localizar el lugar en donde se construirá el estanque. Una idea muy ecológica y económica sería la realización de aireadores, que funcionarán por la acción del viento

J. RECOMENDACIONES GENERALES DE ALIMENTACIÓN

<http://www.unal.edu.co/veterinaria/pdf/rev.com> (2007), señala que la cachama es un pez de alimentación omnívora, principalmente planctófaga en sus primeros estadios de vida y frugívora en sus estadios posteriores. Se adapta muy bien al consumo de alimento concentrado o balanceado comercial. Es muy conveniente alimentarla con alimento específico para peces, aunque en época de emergencia puede alimentarse con otros alimentos como concentrados comerciales para cerdos, pollos, etc., procurando que estos alimentos tengan al menos un 20% de proteína. Los híbridos de cachama o cachama y responden muy bien al alimento concentrado, lográndose pesos de hasta 1.5 kg en 7 meses. El alimento debe suministrarse en dos o tres raciones diarias, con bastante calma permitiendo que el mismo no baje al fondo de manera violenta. Generalmente se acostumbran a comer en un lugar determinado de la laguna. Cuando se utilizan alimentos flotantes, debe suministrarse en dirección al recorrido del viento, de

manera que éste extienda los alimentos en la superficie de la laguna sin que llegue tan pronto a la orilla.

- Pesajes por lo menos cada 15 días, para determinar la biomasa, la ganancia de peso y condiciones del cultivo.
- Muestreo de oxígeno disuelto y temperatura del agua para ajustar la ración alimenticia a las circunstancias.
- Alimentar una vez aparezcan los primeros rayos del sol y se asegure el nivel de oxígeno en el agua. Cuando el oxígeno está bajo por lo general amanecen varios peces “boqueando” en la superficie. Las tablas de alimentación son una guía para mejores resultados, que se deben ajustar a las necesidades particulares de cada finca.

Martínez, M. (1984), señala que en las actuales investigaciones realizadas en el programa piscícola, se han aplicado con éxito las siguientes tasas de alimentación que se describen en el cuadro 4:

Cuadro 4: PESO Y PORCENTAJE DE ALIMENTACIÓN DE LA CACHAMA BLANCA

Peso cachamas (gramos)	Porcentaje de alimentacion (%)
3 - 50	15 - 12
50 - 100	12 - 10
100 - 300	10 - 7
300 - 500	7 - 5
500 - 700	5 - 4
700 - 1000	4 - 3
1000 - 1500	3 - 2
1500 - 2000	2 - 1.5
2000	5 - 1

Fuente: [http://www.iiap.org.pe/publicaciones/MEMORIASVALIDAS/Murillo.com\(2007\)](http://www.iiap.org.pe/publicaciones/MEMORIASVALIDAS/Murillo.com(2007))

K. CONSTRUCCION DE LAGUNAS

<http://www.agronet.gov/docsGuiacultivocachama.com> (2007), menciona que definitivamente los cultivos de cachama marchan excelentemente en estanques de tierra o lagunas, que manejadas correctamente nos conducirán con éxito a la etapa de cosecha. El terreno apropiado para la construcción de lagunas debe oscilar preferiblemente entre los 0.5 a 2% de pendiente natural, no descartando los terrenos totalmente planos o muy quebrados a los cuales se les haría un trabajo especial aunque más costoso. Hemos establecido un modelo de laguna de fácil manejo, fácil construcción y de rendimientos óptimos para cosecha. A continuación se describen su forma y dimensiones:

- Forma = rectangular
- Largo = entre 70 - 100 mts
- Ancho = entre 30 - 40 mts
- Talud interno = 2:1
- Talud externo = 1:1
- Cresta Dique = 2.5 - 3 mts
- Profundidad promedio = 1.50 - 1.70 mts
- Nivel acuático = 1.20 - 1.50 mts
- Aducción = Suministro de agua, favorecida por la dirección del viento, siempre superficial.
- Drenaje = Opuesto a la aducción, siempre del fondo.

L. PAQUETE TECNOLÓGICO RÚSTICO O TRADICIONAL DE LOS CAMPESINOS.

<http://www.latinguia.com> (2007), manifiesta que en cuanto a peces, el sector de Arapicos, de la zona de Macas – Sucua presenta en sus zonas altas rurales gran

cantidad de especies como la cachama blanca, la cual cuenta con buena aceptación en el mercado local, lo que permite a sus moradores un medio de subsistencia alternativo a los cultivos tradicionales como el del café o el plátano. La piscicultura sigue siendo una indiscutible alternativa de producción rentable en nuestros predios agropecuarios, los mercados locales, siguen recibiendo y exigiendo más pescado proveniente de los cultivos controlados en cautiverio. En esta región existen excelentes condiciones para el desarrollo de la piscicultura, que bien puede realizarse con fines de consumo propio o con propósitos rentables y proyectos comerciales altamente desarrollados.

El mismo <http://www.latinguia.com> (2007), indica que los comuneros inician su explotación escogiendo el lugar donde van a construir el estanque, que son terrenos aledaños a corrientes de agua dulce que cuenten con un suelo impermeable y que dispongan de vegetación. Construyen el estanque sin especificaciones técnicas y solamente desvían algo de la corriente de agua a través de acequias que llenan el estanque por un extremo y por el otro construyen otra acequia para que evacuen el exceso de agua sin saber si el agua a utilizar es la idónea para este tipo de explotación pues no se controla la cantidad de oxígeno disuelto, el contenido de sólidos, el pH y si cuenta o no con los nutrientes necesarios. Una vez construido el estanque proceden a la adquisición de la semilla de alevines lo cual no compran en lugares especializados en donde les puedan garantizar el estado fisiológico de los mismos si no lo hacen entre vecinos o conocidos, que no pueden autenticar la calidad del producto, sus características genéticas que permitan obtener un buen desempeño, la certificación sanitaria dando como resultado un índice de mortalidad bastante alto.

<http://www.agronet.gov.co/www/docsGuiacultivocachama.com> (2007), señala que además de lo indicado anteriormente, se puede acotar que no existe conocimiento por parte de los comuneros sobre un programa de manejo sustentable y sostenible, no saben sobre los requerimientos nutricionales según su estado fisiológico sean estos juveniles o adultos, tampoco hacen un seguimiento del desarrollo de los alevines, en el que se debería tomar en cuenta diariamente la

evaporación del agua de los estanques, la cantidad de amonio disuelto que esta presente en el agua. Los cultivos de cachama únicamente se los realiza en aguas estancadas, siempre y cuando se mantengan los niveles acuáticos deseables durante todo el ciclo de cultivo.

<http://www.latinguia.com> (2007), reporta que en estos casos las densidades de cultivo no sobrepasarán más de 2 cachamas por mts². Sin embargo graves problemas han surgido en los últimos diez años, los crecimientos urbanísticos, la tala y quema indiscriminada de nuestras cuencas, el uso de insecticidas y venenos empleados en la agricultura, sumado a una pesca indiscriminada, indolente, incontrolada y devastadora, que ha mermado considerable y alarmantemente las poblaciones naturales de estas y otras especies ícticas. La demanda de tales peces es cada vez más manifiesta por la bondad y calidad de su carne, especialmente en las poblaciones de la región amazónica y otras regiones tropicales de Suramérica. Los alevinos de estos peces, hasta hace muy poco, eran capturados en los ríos, esteros, tributarios y áreas recién inundadas de nuestros llanos ya que la reproducción era muy difícil y casi imposible en cautiverio

<http://www.ivandgp73@hotmail.com> (2007), indica que al introducir los alevines en los estanques no proveen una aclimatación previa antes de ser liberados sin controlar la temperatura y la hora óptima (6 – 7 horas y 12 – 18 ° C), de introducción al estanque para evitar el estrés, consumo de oxígeno, y la producción de desechos por parte de los peces. No realizan una desinfección, encalado, abonado adecuado y la proliferación de algas es alta lo que provoca la eutrofización, no se cuida la presencia de la luz solar en el estanque, los requerimientos nutricionales de acuerdo a su estado fisiológico, se cosecha los animales son clasificación, lo que significa que no existirán pescados que no tienen el peso adecuado para el sacrificio.

III. MATERIALES Y METODOS

A. LOCALIZACION Y DURACION DEL EXPERIMENTO

El presente trabajo experimental se llevó a cabo en la Granja “Plaza Twinza”, sector Arapicos de propiedad del “Ilustre Consejo Provincial de Morona Santiago”, ubicado en el kilómetro 15 de la vía Macas – Sucua, a una altitud de 1.100 m.s.n., y una longitud oeste de 89° 39 ‘ 05” . El tiempo de duración de esta investigación fue de 6 meses (180 días), distribuidos en:

- Planificación, aprobación, y adecuación de espacios (estanques)
- Siembra a diferentes densidades de la cachama blanca
- Cuatro meses de cría (investigacion s)
- Medición de los parámetros de producción.
- Tabulacion e interpretación de los resultados

El lugar donde se realizó la investigación posee las siguientes condiciones meteorológicas, como se indica en el cuadro 5:

Cuadro 5. CONDICIONES METEOROLÓGICAS DEL CANTON MACAS

INDICADORES	2007
Temperatura	22 ° C
Precipitación	2500 m.m
Humedad relativa (%)	113.2 %
Lluvias:	Diciembre a Julio
Clima:	Húmedo subtropical

Fuente: Estación Metereologica del cantón Macas (2007)

B. UNIDADES EXPERIMENTALES

Para la presente investigación se trabajó con 20 cachamas por metro cuadrado para el tratamiento 1, 15 cachamas por metro cuadrado para el tratamiento 2, 15 cachamas por metro cuadrado para el tratamiento 3 y 5 cachamas por metro cuadrado para el tratamiento 4, con un total de 2500 cachamas, pero se realizó un muestreo estratificado de 10 cachamas para por tratamiento.

C. MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES

1. Materiales

- Alevines de cachama blanca
- Estanques para la siembra de los alevines, de forma rectangular
- Agua
- Cal
- Tubería de 10 a 12 pulgadas
- Botas de caucho
- Mandiles, casco y gafas de protección
- Abono químico (N P K)
- Estacas
- Tierra arcillosa
- Uniones de tubos
- Anillos de jebe
- Dados de cemento
- Tubería de plástico
- Nitrógeno
- Desinfectante
- Balanceado
- Gallinaza
- Alimento natural (fitoplancton y zooplancton)
- Clavos

- Madera
- Malla
- Grapas

2. Equipos

- Nivel de mano
- Tubería de desagüe
- Llave de arcilla
- Multiparametro YSI 650
- Termómetro

3. Instalaciones

- Instalaciones para abastecimiento de agua
- Desagüe
- Cunetas
- Diques de estanque

D. TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL

En la presente investigación se utilizó un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos realizados en una piscina de 200 m², dividida en 4 partes que conforman los cuatro tratamientos. Para poder medir las diferencias estadísticas en cada tratamiento se analizó con una muestra de 10 cachamas blancas en cada piscina, tomando en cuenta cada una como unidad experimental.

$$Y_{ij} = \mu + T_{ij} + \epsilon_{ij}$$

En donde

Y_{ij} = Valor del parámetro en determinación.

μ = Efecto de la media por observación.

T_{ij} = Efecto de los tratamientos.

ϵ_{ij} = Efecto del error experimental.

E. MEDICIONES EXPERIMENTALES

En la presente investigación se consideraron las siguientes mediciones experimentales:

- Peso al inicio de la Investigación. (gramos).
- Peso cada 15 días. (gramos).
- Talla del pez al inicio de la investigación. (centímetros).
- Talla del pez cada 15 días y final. (centímetros).
- Ganancia de peso cada 15 días. (gramos).
- Consumo de alimento cada 15 días. (gramos).
- Conversión Alimenticia cada 15 días.
- Oxígeno molecular disuelto O_2 (miligramos por litro)
- Temperatura (grados centígrados)
- Sólidos del agua (miligramos por litro)
- pH (escala de 1 – 14)

F. ANALISIS ESTADISTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA

Para la presente investigación se consideró las siguientes técnicas estadísticas descriptivas para los diagnósticos:

- Análisis de varianza (ADEVA)

- Separación de medias según Tukey $P \leq 0.05$
- Valores máximos y mínimos.
- Análisis frecuencial.
- Análisis de regresión en variables que presenten significancia ($P > 0.05$)

1. Esquema del ADEVA para las diferencias

Las fuentes de variación para esta investigación se efectuaron con una modelación de experimentación simple. El esquema del experimento se expresa en el cuadro 6:

Cuadro 6. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO

Densidad de siembra	CODIGO	Nº Cachamas/m ²	Nº REPET (Muestreo)	T.U.E	OBS/NIVEL
5 cachamas/m ²	T4	250	10	1	5
10 cachamas/m ²	T3	500	10	1	10
15 cachamas/m ²	T2	750	10	1	15
20 cachamas/m ²	T1	1000	10	1	20
TOTAL		2500			60

T.U.E. tamaño de la unidad experimental (nº de cachamas a sembrar por repetición)

2. Esquema del análisis de varianza

Para la presente investigación se desarrolló el siguiente esquema para el análisis de varianza que ha continuación se describe en el cuadro 7:

Cuadro. 7. ESQUEMA DEL ADEVA

Fuente de variación.	Grados de libertad
Total	39
Tratamientos	3
Error	36

G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

El procedimiento en la presente investigación fue el siguiente:

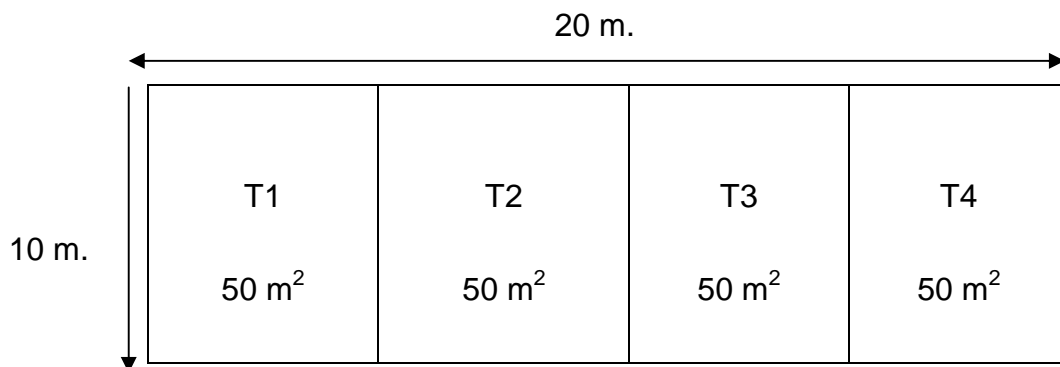
1. Acondicionamiento del estanque

Para iniciar en la construcción del estanque realizamos la limpieza y preparación del mismo, para recibir a los alevines de la cachama blanca, que se convirtió en el lugar en donde se desarrollaron en lo posterior estos peces, primeramente preparamos el fondo, para lo cual:

- Sacamos el estanque, previamente secado retiramos todas las piedras, ramas caídas de árboles, partes de planta en descomposición, etc.
- Los estanques que ya estuvieron en uso, se eliminó el exceso de barro fangoso, los organismos indeseables como son los insectos, larvas de

insectos, parásitos, etc., y los peces que quedaron en el fondo del charco se morirán.

- Se dividió el estanque existente que es de 10 m por 20 m, es decir un total de una piscina de 200 m² en cuatro partes para cada uno de los tratamientos (T1, T2, T3, y T4) quedando piscinas de 50 m² cada una como se observa en el siguiente esquema.



2. Encalado

- Una vez que limpiado el estanque, antes de llenarlo procedimos al encalado o agregado de cal, con esto conseguimos eliminar animales dañinos que quedaron en los charcos que no se pudieron secar.
- Pero la principal función del encalado fue la de corregir el pH del suelo para lo cual utilizamos cal viva (CaO), cal hidratada o apagada $\text{Ca}(\text{OH})_2$ y caliza (Ca_2CO_3). Los requerimientos de cal en función del pH del suelo se describe en el siguiente esquema:

pH del suelo	Cal viva (CaO)	Cal hidratada $\text{Ca}(\text{OH})_2$	Caliza (Ca_2CO_3)
5.0	1000	1300	1800
5.5	500	650	900
6.0	300	350	550

- La cal la esparcimos por boleó por todo el fondo y las paredes que conforman el estanque.
- Se mantuvo el estanque vacío por una semana, para que de esa manera el poder tóxico de la cal viva descienda.
- El encalado logró que los abonos que se utilizaron en etapas posteriores de la investigación sean más efectivos.
- Tuvimos mucha precaución en el conocimiento de que la cal viva es altamente tóxica y cáustica lo que puede ocasionar quemaduras en la piel y en las mucosas (nariz, ojos y boca) de las personas que realizan este proceso.

3. Abonamiento inicial

- Para el abonamiento inicial empleamos gallinaza seca a razón de 1000 a 1500 kg. por hectárea, la cual aplicamos por todo el fondo del estanque, para después comenzar con el prellenado.
- Luego procedimos a llenar lentamente el estanque con agua unos 20 cm. de altura y dejamos por 2 o 3 días.
- Esto activa el abono en la producción de abundante alimento natural es decir del plancton, creando un ambiente favorable para la llegada y desarrollo de los alevines.
- El agua que entra en el estanque la cernimos o filtramos, con el fin de prevenir que los peces pequeños entren en él y puedan competir o dañar a los alevines que se siembran.
- Luego procedimos al llenado, hasta el nivel de trabajo, dejando una altura sin llenar a borde libre de seguridad de unos 30 cm. de alto.
- Tuvimos la precaución de reponer el agua que se pierde por evaporación del ambiente cuando se produce la pérdida de más de 10 centímetros.

4. Determinación de la densidad de siembra

En general la densidad de siembra dependió de la intensidad de cultivo que realizamos pero la densidad de siembra que utilizamos en la presente investigación fue de 5 cachamas por metro cuadrado para el tratamiento 4 (T4), 10 cachamas por metro cuadrado para el tratamiento 3 (T3), 15 cachamas por metro cuadrado para el tratamiento 2 (T2) y 20 cachamas por metro cuadrado para el tratamiento 1 (T1)

5. Siembra

- Los alevines que sembramos para la presente investigación en diferentes densidades de siembra los obtuvimos en centros de producción autorizados.
- La siembra se realizó en base a los tratamientos establecidos es decir 5 alevines por m² para el T4 haciendo un total de 250 alevines , 10 alevines por m² para el T3 con un total de 500 alevines , 15 alevines por m² para el T2 con un total de 750 alevines y 20 alevines por m² para el T1, con un total de 1000 alevines, es decir sembramos un total de 2500 alevines de cachama en todo la investigación de acuerdo al siguiente esquema:

T1	T2	T3	T4
50 m ²	50 m ²	50 m ²	50 m ²
20 cachamas/ m ²	15 cachamas/ m ²	10 cachamas/ m ²	5 cachamas/ m ²
1000 cachamas	750 cachamas	500 cachamas	250 cachamas

- Cuando los peces fueron liberados en el estanque, se tomo muy en cuenta que no tengan un shock debido a la diferencia de temperatura del recipiente que los transporta y la del estanque.
- Para ser más precisos utilizamos un termómetro el cuál nos indico la temperatura exacta para la siembra de los alevines de cachama blanca.
- El transporte de los alevines se efectuó en bolsas plásticas protegidas con cajas de cartón conteniendo $\frac{1}{4}$ de agua (10 litros) y $\frac{3}{4}$ de oxígeno a razón de 25 alevines de 4 cm. por litro de agua, esto es de 150 – 200 peces por bolsa.
- Una vez ya en la granja Tiwinsa , las bolsas con los alevines se colocaron en la superficie de los estanques para procurar igualar la temperatura del estanque y el agua de transporte de las bolsas , para lo cual además se combino el agua de las bolsas con el agua del estanque y al cabo de 3 a 5 minutos se liberaron los alevines de cachama blanca en el estanque

6. Abonamiento de mantenimiento

- El abonamiento que se realizó para el mantenimiento de los estanques lo realizamos con el fin de propiciar el crecimiento del fitoplancton, y zooplancton, el cual constituye el alimento natural principal sobre todo en las primeras etapas de desarrollo de la cachama blanca.
- El alimento que proporcionamos a estos alevines estaba constituido por componentes nitrogenados, fosforados, y materia orgánica que al descomponerse por acción bacteriana aportarán nutrientes esenciales para la producción de alimento natural.
- El mejor momento que se consideró mas conveniente para la aplicación del abono fue en la mañana y esto se lo realizó con el objeto de que el abono

escogido empieza a actuar inmediatamente a su aplicación, ya que el abono que se emplea en la tarde o al anochecer puede causar falta de oxígeno por la noche.

- La aplicación del fertilizante fue en pequeñas cantidades en intervalos a plazos cortos por todo el estanque, combinándolo con abono orgánico en proporciones recomendadas.
- Los tipos de abonos y la cantidad usadas para la presente investigación se describen en el cuadro 8.

Cuadro 8. TIPOS DE ABONO Y CANTIDAD A UTILIZAR

TIPOS DE ABONO	CANTIDAD
Estiércol bovino	2000 – 25000 Kg./ha
Estiércol de cerdo	1000 – 1500 Kg./ha
Estiércol de pollo	1000 – 1500 Kg./ha
Abono químico (N P K)	40 – 50 Kg./ha

Fuente: BIOFOR/IRG /IRG (2006)

7. Alimentación

- Para esto se recordó que la cachama blanca es omnívora es decir que come de todo ya que pueden comer frutos de papaya, guayaba, plata plátano, semillas de maíz, sorgo, oleaginosos, coco y algodón, a las cuales se las combino con raciones balanceadas para garantizar el crecimiento y engorde de la cachama blanca en corto tiempo.

- Para el calculo de la cantidad de alimento que proporcionamos a cada grupo de alevines de cada tratamiento capturamos 20 peces y los pesamos individualmente y luego sumamos el total de estos peces y sacamos un promedio lo cual lo multiplicamos por el numero total de peces con lo cual obtendremos el peso total o biomasa y se aplicó la siguiente formula :

Calculo de la biomasa ==> $Biomasa = \text{Peso promedio} \times \text{Numero total de peces}$

Peso promedio = $\frac{\text{Peso total de la muestra}}{\text{Número de peces en la muestra}}$

Cantidad de alimento diario = $Biomasa \times \text{tasa de alimentación}$

- Llevamos un adecuado registro diario de los alimentos empleados, para saber si el alimento fue usado por el pez, procurando dotar a estos del 20 – 30% de proteína, de la cual el 7 – 10% debía provenir de fuentes animales.
- La frecuencia de alimentación o el número de veces que proporcionamos alimento a los peces fue de 2 a 3 veces diarias para lo cual dividimos la cantidad total de alimento para 2 o 3 y cada fracción la suministramos en una sola vez.
- Como en la presente investigación partimos de densidades pequeñas de siembra como son para el tratamiento T4 (5 cachamas blancas por m²) se tomo muy en cuenta el proporcionar alimentos con el 25 – 30% de proteína. Para determinar este porcentaje de proteína acudimos a la siguiente tabla que se reporta en el cuadro 9.

Cuadro 9. PORCENTAJE DE PROTEINA REQUERIDA POR ETAPA DE DESARROLLO

Etapa	Porcentaje de proteína en el alimento
Alevines de cachama blanca	30%
Engorde	25%
Reproductores	35%

Fuente: BIOFOR/IRG /IRG (2006)

8. Determinación de variables

Las variables que tomamos en cuenta en la presente investigación fueron los pesos (gramos), ganancia de pesos (gramos), consumo de alimento (gramos), Conversión alimenticia (%), tamaño (centímetros), oxígeno molecular disuelto O₂ (miligramos por litro), temperatura (grados centígrados), sólidos del agua (miligramos por litro) y pH del agua del estanque (escala de 1 – 14) que se los realizara en intervalos de tiempo de 15 días .

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

A. PESO INICIAL Y CADA 15 DÍAS DE INVESTIGACION DE LA CACHAMA BLANCA CRIADO BAJO DIFERENTES DENSIDADES DE SIEMBRA (5, 10, 15 Y 20 PECES/m²)

1. Peso inicial

Los alevines de cachama blanca que sembramos para la presente investigación a diferentes densidades de siembra se adquirieron en centros de producción autorizados, a los cuales se procedió a tomar el peso inicial para cada uno de los tratamientos en estudio. El peso promedio inicial de todas la unidades experimentales fue de 0.99 g, sin presentar diferencias estadísticamente significativas ($P \geq 0.05$). entre los tratamientos estudiados, (anexo 1) estableciéndose numéricamente los mejores resultados con el empleo del tratamiento 1 (20 cachamas/m²) con valores medios de 0.997 g, Estos valores tan bajos se deben a que la adquisición de los animales se la realizó a tempranas edades, una vez que han sido reversados sexualmente (Cuadro 10).

2. Pesos cada 15 días y al final de la investigación

La toma de pesos cada 15 días que se realizó a la cachama blanca estableció que en la fase de los primeros 15 días se presentaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos ($P \leq 0.0002$) apreciándose pesos promedios de 4.34 g. no obstante que dentro de esta variable se pudo apreciar pesos que fluctúan entre 4.07 y 4.74 g. reportándose como mejor opción cuando se trabajó con una densidad de siembra de 5 cachamas/m² (T4), con valores medios de 4.72g. Para los 30 días de estudio las diferencias fueron altamente significativas ($P < 2.0E24$) con pesos promedios de 9.41 g. y valores que fluctúan entre 4.04 y 4.74, coincidiendo con los valores de la anterior toma en los que se reporta como mejor densidad de siembra a 5 cachamas/m²,(T4) . Para los 45 días de trabajo las diferencias fueron altamente significativas

**CUADRO 10. COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE LA CACHAMA BLANCA (PIARACTUS BRACHYPOMUS) CRIADAS
BAJO CUATRO DENSIDADES DE SIEMBRA (5, 10,15 Y 20 PECES/m²)**

PARÁMETROS	DENSIDADES DE SIEMBRA								MEDIA	E.E.	CV	SIG	PROB
	20 peces/m2		15 peces/m2		10 peces/m2		5 peces/m2						
Peso Inicial	0.997	a	0.988	a	0.988	a	0.992	a	0.99	0.013	3.950	ns	0.768
Peso a los 15 días	4.07	d	4.21	c	4.33	b	4.74	a	4.34	0.016	1.080	**	2.00E-24
Peso a los 30 días	9.08	d	9.23	c	9.34	b	9.97	a	9.41	0.015	0.480	**	1.00E-28
Peso a los 45 días	18.77	b	18.81	b	18.86	b	21.59	a	19.51	0.078	1.144	**	1.00E-34
Peso a los 60 días	30.5	c	30.9	bc	31.4	b	35.5	a	32.08	0.167	1.485	**	1.00E-23
Peso a los 75 días	60.5	d	61.5	c	63.6	b	71.5	a	64.28	0.167	0.737	**	6.00E-34
Peso a los 90 días	95.4	d	96.4	c	97.5	b	120.4	a	102.43	0.163	0.429	**	9.00E-48
Peso a los 105 días	130.4	d	132.8	c	135.5	b	169.6	a	142.08	0.163	0.305	**	4.00E-55
Tamaño inicial	1.95	a	1.95	a	1.95	a	1.95	a	1.95	0.0167	2.703	ns	1E+00
Tamaño a los 15 días	4.04	b	4.03	b	4.06	b	4.22	a	4.09	0.025	1.869	**	0.00006
Tamaño a los 30 días	5.83	b	5.91	b	5.91	b	6.02	a	5.92	0.033	1.716	**	0.0095
Tamaño a los 45 días	6.05	a	6.10	a	6.15	a	6.20	a	6.13	0.082	4.165	ns	0.4721
Tamaño a los 60 días	7.9	a	8.0	a	8.0	a	8.0	a	7.98	0.100	4.003	ns	0.404
Tamaño a los 75 días	10.4	b	10.4	b	10.7	b	11.4	a	10.73	0.163	4.530	**	0.0002
Tamaño a los 90 días	12.00	b	12.00	b	12.00	b	13.00	a	12.25	0.0001	0.001	ns	1
Tamaño a los 105 días	13.25	b	13.35	b	13.45	b	15.00	a	13.76	0.0001	0.001	**	1.00E-21
Consumo de alimento inicial	0.44	b	0.45	a	0.45	a	0.45	a	0.45	0.0000	0.00200	**	0.000005
Consumo de alimento a los 15 días	2.4	d	2.52	c	2.6	b	2.84	a	2.59	0.00000	0.000200	**	0.0002
Consumo de alimento a los 30 días	5.5	d	5.53	c	5.6	b	5.98	a	5.65	3.00E-16	0.000000	**	0.000001
Consumo de alimento a los 45 días	11.2	d	11.28	c	11.31	b	12.95	a	11.69	3.00E-14	0.000000	**	0.000001

(Continuación cuadro 10)

PARÁMETROS	DENSIDADES DE SIEMBRA								Media	E.E.	CV	Sig	Prob
	20 peces/m2		15 peces/m2		10 peces/m2		5 peces/m2						
Consumo de alimento a los 60 días	18.3	d	18.54	c	18.84	b	21.3	a	19.25	1.00E-15	0.0000000	**	0.00000
Consumo de alimento a los 75 días	36.3	d	36.9	c	38.16	b	42.9	a	38.57	2.00E-15	0.0000000	**	0.00000
Consumo de alimento a los 90 días	42.93	d	43.81	c	43.87	b	54.18	a	46.20	2.00E-15	0.0000000	**	0.00000
Consumo de alimento a los 105 días	58.67	d	59.75	c	60.96	b	76.33	a	63.93	5.00E-15	0.0000000		0.000
Ganancia de peso a los 15 días	3.07	d	3.22	c	3.34	b	3.75	a	3.35	0.018	1.498	**	1.00E-25
Ganancia de peso a los 30 días	5.01	b	5.02	b	5.01	b	5.23	a	5.07	0.021	0.021	**	6.00E-07
Ganancia de peso a los 45 días	9.69	b	9.58	bc	9.52	c	11.62	a	10.10	0.074	2.020	**	1.00E-28
Ganancia de peso a los 60 días	11.73	c	12.09	bc	12.54	b	13.91	a	12.57	0.175	3.973	**	1.00E-11
Ganancia de peso a los 75 días	30.0	c	30.6	c	32.2	b	36.0	a	32.20	0.149	1.310	**	2.00E-19
Ganancia de peso a los 90 días	34.9	b	34.9	b	33.9	c	48.9	a	38.15	0.233	1.509	**	3.00E-34
Ganancia de peso a los 105 días	35.00	d	36.40	c	38.00	b	49.20	a	39.65	0.249	1.603	**	1.00E-32
										0.004	1.695	**	0.0028
Conversión alimenticia a los 15 días	0.781	a	0.778	a	0.777	a	0.759	b	0.77	0.004	1.695	**	0.0028
Conversión alimenticia a los 30 días	1.099	b	1.104	b	1.118	b	1.144	a	1.12	0.004	1.180	**	1.00E-05
Conversión alimenticia a los 45 días	1.156	b	1.181	a	1.188	a	1.118	c	1.16	0.007	2.100	**	5.00E-11
Conversión alimenticia a los 60 días	1.56	a	1.53	a	1.50	a	1.54	a	1.53	0.0196	4.031	ns	0.1523
Conversión alimenticia a los 75 días	1.21	a	1.206	a	1.186	a	1.191	a	1.20	0.0053	1.397	ns	0.1929
Conversión alimenticia a los 90 días	1.231	b	1.255	b	1.294	a	1.11	c	1.22	0.0058	1.645	**	3.00E-17
Conversión alimenticia a los 105 días	1.68	a	1.645	a	1.602	b	1.554	c	1.62	0.008	1.523	**	9.00E-10

Elaboración: Velasco, A. (2007)

Probabilidad: Nivel de significancia

C.V.: Coeficiente de Variación

E.E.: Error Estándar

Promedios con letras distintas, difieren significativamente de acuerdo a la prueba de Tukey ($P < 0.05$)

($P < 0.0001$), y los pesos promedios alcanzados fueron de 19.51 g. con un límite inferior de 18.77 g y un límite superior de 21.59 g, coincidiendo con la fase de la investigación anterior en que los mejores resultados fueron con bajas densidades de siembra es decir 5 cachamas/m² cuya media fue de 21.59 g. En lo que tiene que ver con los pesos a los 60 días de investigación de las cachamas producidas bajo diferentes densidades de siembra (5, 10, 15 y 20 peces/m²) se reportaron diferencias altamente significativas ($P < 0.00001$) siendo el mejor tratamiento aquellos animales que estuvieron criados a una densidad de siembra de 5 peces por m² (T4), evidenciando pesos promedios de 35.5 g. por el contrario los animales criados bajo densidades de siembra de 10 y 15 peces/m² reportaron valores medios de 31.40 y 30.90 g. respectivamente, mientras que los animales criados bajo densidades de siembra de 20 cachamas por m² fueron los que alcanzaron los pesos mas bajos a esta fecha de investigación con valores medios de 30.50 g. como se observa en el cuadro 10.

Los valores medios obtenidos a los 75 días de investigación reportaron diferencias altamente significativas ($P < 0.000006$) entre los tratamientos en estudio, alcanzando los mejores pesos los animales criados bajo una densidad de siembra de 5 cachamas/m² (T4), con medias de 71.50 g. , mientras que los animales criados bajo una densidad de siembra de 10 y 15 cachamas/m² , reportaron medias de 63.60 y 61.50 g. respectivamente y que compartieron significancia de acuerdo a la prueba de Tukey, juntamente con el tratamiento con una densidad de siembra de 20 cachamas/m², que fue el que evidenció los valores mas bajos (60.50 g) en lo que tiene que ver con los pesos alcanzados a esta fecha de investigación .

Los pesos alcanzados por las cachamas a los 90 días alcanzaron un promedio de 102.43 g. logrando los mejores resultados los animales criados bajo una densidad de siembra de 5 cachamas /m² con pesos promedios de 120.40 g. seguida por los animales criados bajo una densidad de siembra de 10 y 15 g. con valores medios de 97.50 y 96.40 g. respectivamente, en tanto que los animales que se desarrollados en densidades de siembra de 20 cachamas/m² reportaron medias de 95.40 gramos que en comparación con los pesos que se han conseguido

en los tratamientos anteriormente indicados son los más bajos a esta fecha de investigación. Finalmente los pesos reportados a los 105 días de investigación evidenciaron diferencias altamente significativas ($P < 0.00004$) reportándose los mejores resultados en los animales cuya densidad de siembra fue de 5 cachamas/m² (T4) con peso promedios de 169.60g y que difieren estadísticamente de acuerdo a la prueba de Tukey, del resto de tratamientos, con valores medios de 135.50, 132.80 y 130.40 g para las densidades de siembra de 10, 15 y 20 cachamas /m² respectivamente. (ver anexo 2-8)

En la gráfica 4 se puede apreciar de mejor manera el comportamiento del peso de las cachamas en función a la edad, en las diferentes densidades de siembra (5, 10, 15 y 20 cachamas/m²), evidenciándose un comportamiento directamente proporcional entre el peso del animal y las diferentes fases de investigación, ya que a medida que los animales se desarrollan en edad su peso se incrementa proporcionalmente. Los resultados reportados en el presente investigación son muy parecidos a los reportados por <http://www.kogi.cachama.udea.edu.com>(2007) que indica que para sembrar alevines de cachama el peso no debe ser menor a 0.80 gramos de peso promedio, y que a la edad de 3 meses los pesos deben incrementarse llegando a obtener valores de 150 – 160 gramos.

Las densidades de siembra no influyen significativamente sobre el peso de la cachama blanca en todo el periodo de la investigación, mas bien la influencia es ejercida por el desarrollo en días de investigación, evidenciándose una regresión cuadrática, altamente significativa ya que en la primera etapa se apreció un leve incremento, que fue progresivo hasta los 30 días estando estos valores comprendidos entre 0.0002 y 0.0007 gramos; posteriormente se notó que a partir de los 45 a 75 días hubo un mayor incremento del peso que fue a razón de 0.12 y 0.15 gramos con referencia al incremento anterior, para finalmente en la etapa de los 90 a 105 días evidenciar una tendencia superior a la etapa media que fue 1.51 y 1.74. Con un coeficiente de regresión del 97.07%.

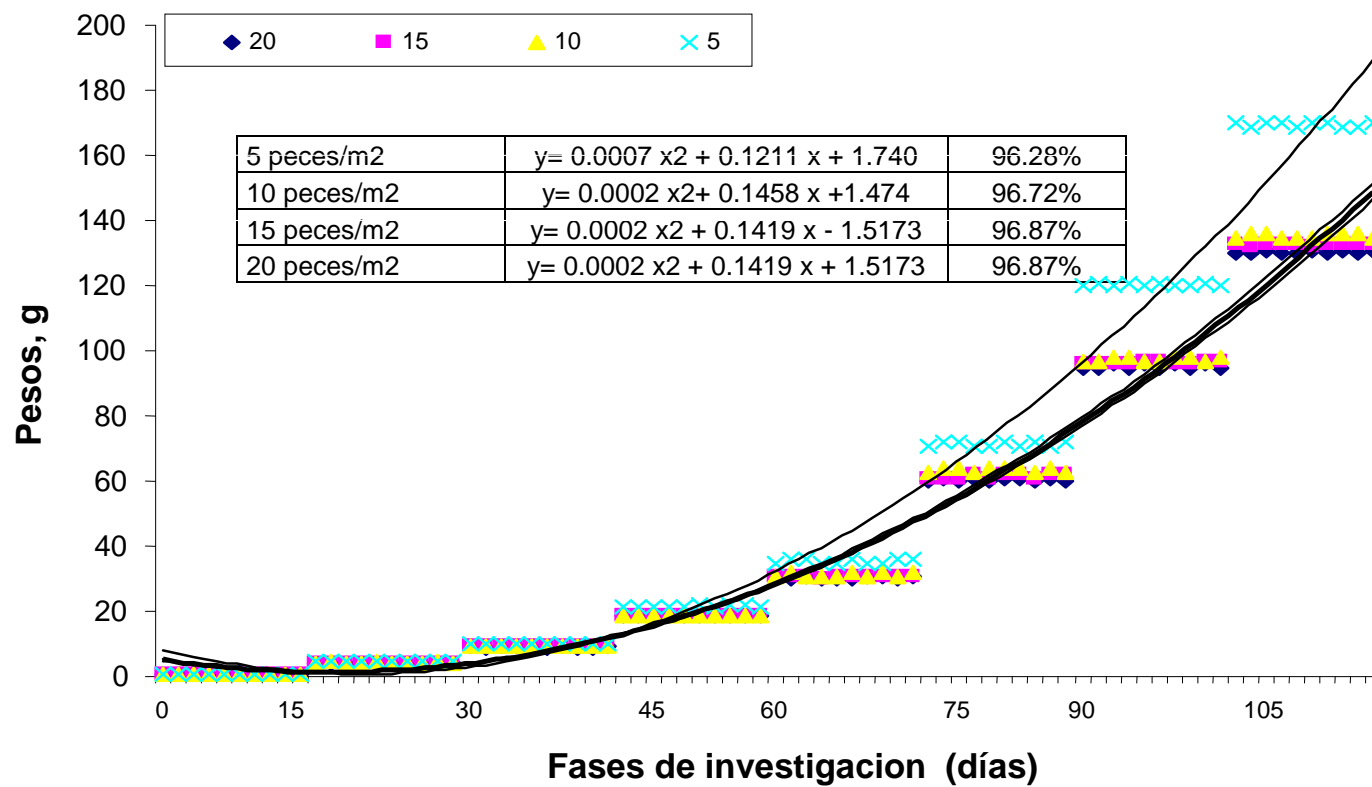


Gráfico 4. Línea de regresión del peso de la cachama blanca bajo cuatro densidades de siembra (5, 10, 15 y 20 peces/m²)

B. TAMAÑO INICIAL Y CADA 15 DÍAS DE INVESTIGACION DE LA CACHAMA BLANCA CRIADO BAJO DIFERENTES DENSIDADES DE SIEMBRA (5, 10, 15 Y 20 PECES/m²)

1. Tamaño inicial

En la fase inicial de la investigación se encontró que el tamaño promedio de la cachama blanca fue de 1.95 cm. sin que se aprecien diferencias estadísticamente significativas ($P < 1$), entre los diferentes tratamientos, los cuales compartieron rangos de significancia de acuerdo a la prueba de Tukey ($P < 0.05$). Estos tamaños tan pequeños se deben a que la cachama blanca empleada para la investigación fue adquirida a tempranas edades de desarrollo una vez que se ha realizado el proceso de reversión sexual.

2. Tamaño cada 15 días y al final de investigación

Al realizar el análisis de varianza (ADEVA) del tamaño de las cachamas blancas a los 15 días de investigación se evidenciaron diferencias altamente significativas ($P < 0.00006$), con un tamaño promedio de los animales de 4.09 cm., reportándose mejores tamaños en las cachamas del tratamiento cuya densidad de siembra fue de 5 animales/m² con medias de 4.22 cm., y los valores mas bajos se observó en las cachamas cuya densidad de siembra fue de 20 cachamas/m² con valores medios de 4.04 cm., en tanto que los animales criados bajos densidades de siembra de 10 y 15 cachamas/m² dieron valores medios de 4.03 y 4.06 cm. , además se observó que compartieron rangos de significancia entre los animales cuyas densidades de siembra fueron de 10,15 y 20 peces/m² , de acuerdo a la prueba de Tukey ($P < 0.05$), como se observa en el cuadro 10.

A los 30 días de investigación las diferencias presentadas fueron altamente significativas ($P < 0.0095$), observándose tamaños superiores en los animales criados bajo densidades de siembra de 5 peces/m² (T4) con medias de 6.02 cm. seguidas por los animales criados bajo densidades de siembra de 10 y 15

peces/m² (T3 y T2 respectivamente) reportaron medías de 5.91 cm. para ambos casos, en tanto que los menores valores fueron alcanzados por las cachamas cuya densidad de siembra fue de 20 cachamas/m² (T1), con valores medios de 5.83 cm., deduciendo que a mayor densidad de siembra los tamaños decrecen y es lógico puesto que los animales no disponen del espacio suficiente para su normal desarrollo, existiendo gran competencia entre ellos, evidenciándose animales con pesos demasiado bajos para la edad en la que se ubican, ya que además las condiciones del agua en referencia al contenido de nutrientes y de parámetros biológicos como son oxígeno disuelto, pH, contenido de abono entre otros se desmejora con mayor número de animales.

Los tamaños tomados a los 45 y 60 días de investigación no evidenciaron diferencias significativas ($P < 0.47$) por efecto de la densidad de siembra aplicada, reportándose valores promedios a los 45 días de investigación de 6.20, 6.15, 6.10 y 6.05 cm. para las densidades de siembra de 5, 10, 15 y 20 animales/m², estableciéndose numéricamente los mejores resultados en las cachamas cuya densidad de siembra fue de 5 (T4). Mientras que para los 60 días de investigación los valores promedios fueron de 8.0 cm. para las densidades de siembra de 5, 10 y 15, en tanto que los valores más bajos le correspondió a las cachamas cuya densidad de siembra fue de 20 cachamas/m² (T1) con valores promedios de 7.9 cm.

A los 75 días de investigación el tamaño de las cachamas evidenció diferencias altamente significativas ($P < 0.0002$) por efecto de la densidad de siembra empleada, estableciéndose, mejores resultados en las cachamas con una densidad de siembra de 5 animales/m² (11.40 cm.) seguidas por las cachamas del tratamiento T3 (15 animales/m²) que reportaron valores medios de 10.70, mientras que las cachamas de los tratamientos T2 y T1 reportaron los valores más bajo de la investigación con medias de 10.40 cm. para cada una de ellas compartiendo entre los tratamientos T3, T2 y T1 el mismo rango de significancia de acuerdo a Tukey ($P < 0.05$), como se observa en el cuadro 10.

Similar comportamiento se observó en los animales a los 90 días de investigación con la particularidad que las diferencias no fueron significativas ($P < 1$) estableciendo una cierta superioridad numérica para los animales cuya densidad de siembra fue de 5 cachamas/m² (T4), con valores medios de 13 cm., en tanto que los animales cuya densidad de siembra fue de 10, 15 y 20 cachamas/m², reportaron un valor igual a 12 cm. Para cada uno de los tratamientos en estudio, por lo tanto se determina que comparten igual rango de significancia entre ellos, de acuerdo a la prueba de Tukey ($P < .05$).

Al final de la investigación esto quiere decir a los 105 días las diferencias fueron altamente significativas ($P < .000001$) evidenciándose que los mejores resultados fueron alcanzados por los animales cuya densidad de siembra fue de 5 cachamas/m² (T4), con medias de 15 cm. en tanto que los animales criados bajo densidades de siembra de 10 y 15 cachamas/m² reportaron medias de 13.45 y 13.35 cm. respectivamente. Los resultados más bajos fueron reportados por los animales cuya densidad de siembra fue de 20 cachamas/m², con tamaños medios de 13.25 cm. Al cotejar las tallas reportadas en este estudio con los obtenidos por <http://www.kogi.cachama.udea.edu.com>(2007), que reportaron tamaños promedio a los 30 días de 8.5 centímetros estas son superiores, pero hay que recalcar que estos reportes tuvo al inicio tallas en sus animales de 2.5 centímetros, y tallas de 15.6 centímetros a los 3 meses de producción, sin embargo mantenemos el rango de aceptación para esta especie.

En el gráfico 5 se pudo visualizar de mejor manera el comportamiento en lo que se refiere al tamaño de la cachama blanca (*Piaractus brachipomus*) en función a las diferentes densidades de siembra (20, 15, 10 y 5 peces/m²), lo cual es directamente proporcional, es decir que a medida que los animales crecen en edad su tamaño se incrementa. Las diferentes densidades de siembra no influyen en el desarrollo del tamaño en todo el periodo de la investigación, mas bien la influencia es ejercida por el avance (días) de la investigación, reportándose una regresión cuadrática, altamente significativa con una probabilidad del 0.0003, estableciéndose de acuerdo a esto que en la primera etapa es decir de la fase inicial hasta los 30 días se apreció un mayor

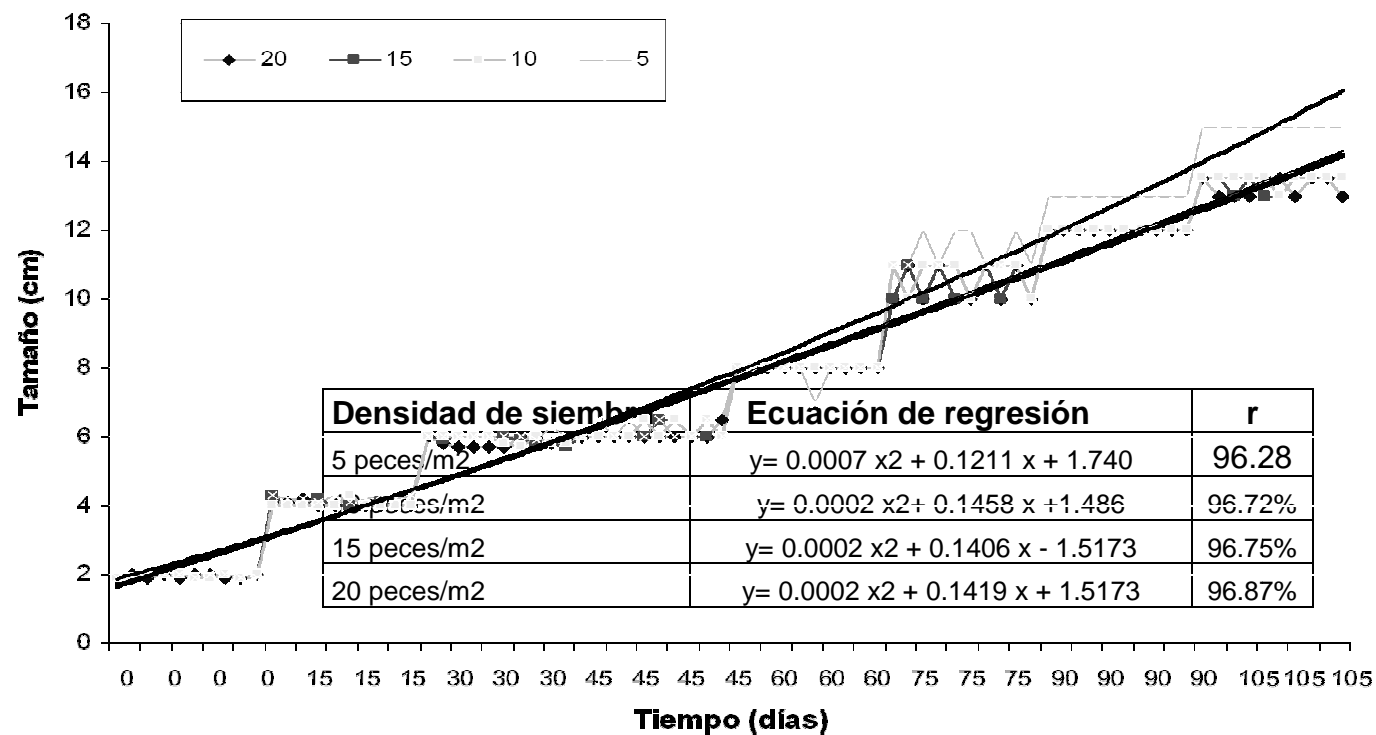


Gráfico 5. Línea de regresión del tamaño de la cachama blanca (*piaractus brachypomus*) bajo cuatro densidades de siembra (5, 10, 15 y 20 peces/m²).

crecimiento, que fue progresivo estando estos valores comprendidos entre 0.0002 y 0.0007 centímetros; posteriormente se notó que a partir de los 45 a 60 días hubo un mayor incremento de la talla que fue a razón de 0.14 y 0.12 centímetros con referencia al anterior, para finalmente en la etapa de los 75 a 105 días existir una tendencia superior a la etapa media que fue 1.51 y 1.64 centímetros. Con un coeficiente de regresión del 96.93% en promedio

C. CONSUMO DE ALIMENTO INICIAL Y CADA 15 DÍAS DE INVESTIGACION DE LA CACHAMA BLANCA CRIADO BAJO DIFERENTES DENSIDADES DE SIEMBRA (5, 10, 15 Y 20 PECES/m²)

1. Consumo de alimento inicial

El consumo de alimento inicial de la cachama blanca criada bajo diferentes densidades de siembra (5,10, 15 y 20 peces/m²) estableció valores medios de 0.45 gr. de consumo de alimento por pez, evidenciándose diferencias altamente significativas ($P < 0.00002$) entre los diferentes tratamientos en estudio y manifestándose que los mejores consumos fueron los reportados por los animales cuya densidad de siembra fue de 5 cachamas por m², con valores de 0.45 gr. en tanto que a una densidad de siembra de 20 cachamas por m² se reportó los consumos de alimento mas bajos de toda la investigación, con valores promedios de 0.44 gr./cachama.

2. Consumo de alimento cada 15 días

Al realizar el análisis de varianza (ADEVA) del consumo de alimento evaluado cada 15 días se registró diferencias altamente significativas ($P \leq 0.05$) a los 15, 30, 45, 60, 75, 90 y 105 días de realización de la investigación. Al analizar las medias de consumo de alimento en la cachama blanca bajo diferentes densidades de siembra (5,10,15 y 20 peces/m²) se observó que a los 15 días del estudio se obtuvieron diferencias altamente significativas ($P < 0.00001$) estableciéndose que el mejor consumo de alimento se registro en el tratamiento

T4 (5 peces/m²), con valores medios de 2.84 g. mientras que para los 30 días de investigación existieron consumos alimenticios promedio de 5.65 gramos/cachama, reportándose los mejores resultados en las cachamas con menor densidad de siembra T4 (5 peces/m²), con medias de 5.98g. mientras que los de mayor densidad de siembra (20 cachamas/m²) alcanzaron el consumo de alimento mas bajo de la investigación (5.5 g) En lo que tiene que ver con los 45 días de investigación se alcanzó un consumo promedio de alimento de 11.69 g. por animal, coincidiendo con los valores alcanzados para la etapa anterior (30 días) en que a menor densidad de siembra (5 peces/m²), el consumo de alimento por cada uno de los animales es mayor ya que partiendo de 12.95 g desciende a 11.21 g. a medida que se incrementa la densidad de siembra.

El consumo de alimento registrado a los 60 días del trabajo investigativo evidencio un valor promedio de 21.32 g por pez, con valores promedios que van de 18.30 para los animales con densidad de siembra de 5 peces/m² (T4), considerado como el mejor tratamiento a 19.54 g. para densidades de siembra de 20 peces/m² (T1).

En tanto que a los 75 días de investigación se observó una media de 38.58 gr. con rangos que oscilan entre los 36.32 para densidades de siembra de 5 peces/m², y 42.91 g para densidad de siembra de 20 peces/m². El comportamiento en lo que se refiere al consumo de alimento a los 90 días de investigación reportó una media general de 46.20 gr. valor que esta comprendido entre 42.93 y 52.18 g por animal. Finalmente el consumo de alimento promedio a los 105 días de investigación o etapa final fue de 63.93 g. con consumos finales de alimento que se ubican entre 58.67 para densidades de siembra de 20 peces/m² (T1), y 76.33 g. por animal estudiado con densidades de siembra de 5 peces/m². Por lo anteriormente expuesto se demuestra que los consumos mensuales de alimento comienzan a disminuir en aquellos tratamientos que tiene mayor cantidad de animales por metro cuadrado, y esto se debe a que mientras mayor es el numero de animales la competencia aumenta y por lo tanto la disponibilidad de alimento disminuye para cada animal. En el gráfico 6 se demuestra que las densidades de siembra no influyen en el consumo de

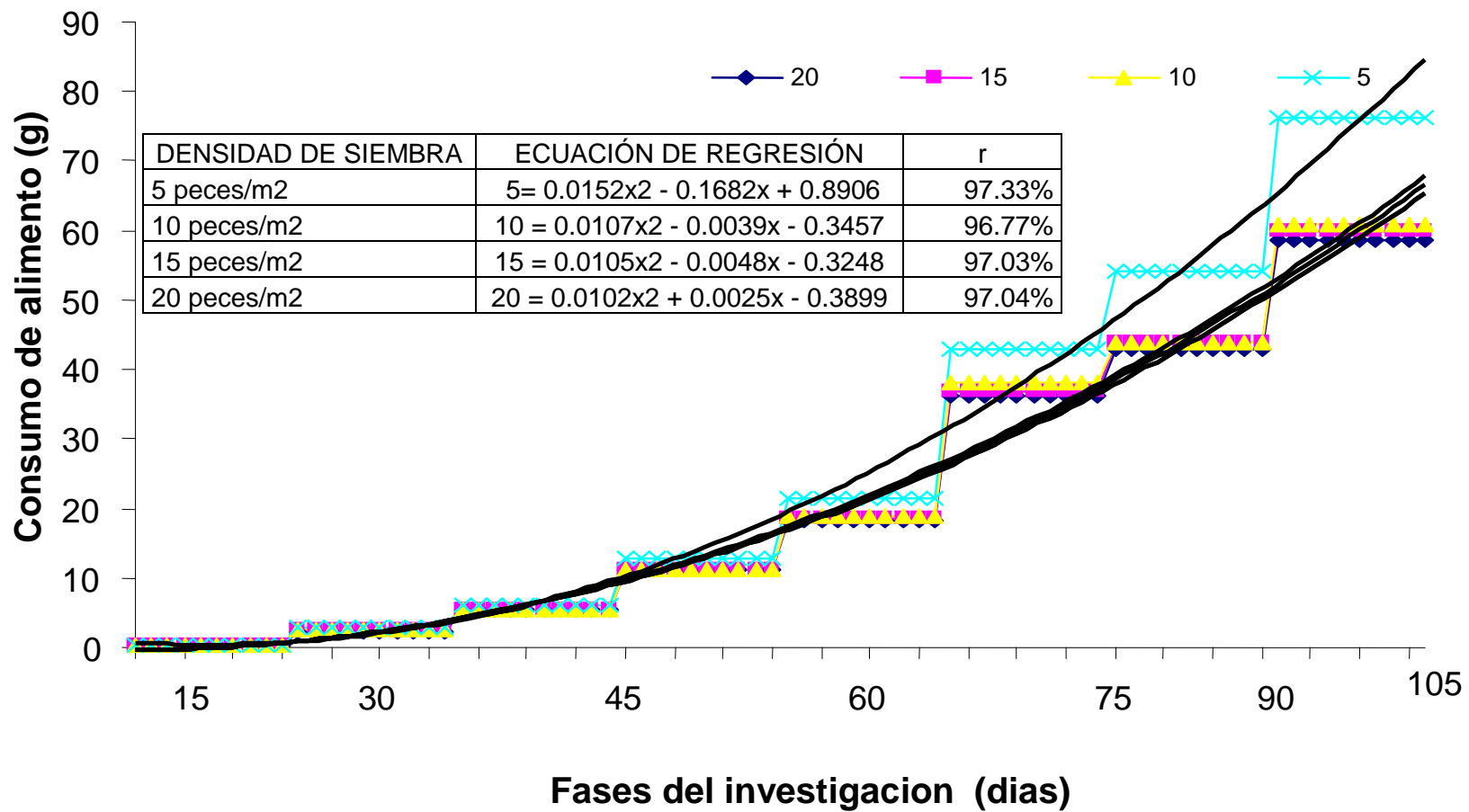


Gráfico 6. Línea de regresión del consumo de alimento de la cachama blanca (*piaractus brachypomus*) bajo cuatro densidades de siembra (5, 10, 15 y 20 peces/m²).

alimento en cada una de las fases de investigación, mas bien la influencia esta relacionada con el desarrollo(días) de la investigación , estableciéndose un tipo de regresión cuadrática , ya que en la primera etapa se apreció un menor consumo de alimento que fue incrementándose progresivamente hasta los 30 días estando estos valores comprendidos entre 0.0102 y 0.0153 gramos; posteriormente se observó que ha partir de los 45 a 75 días de estudio hubo un menor incremento del consumo de alimento que fue a razón de 0.0025 y -0.1682 gramos con referencia a los valores anteriores , posteriormente se logró determinar que entre la etapa de los 90 a 105 días se evidencio un menor consumo de alimento por parte de los animales con valores medios entre - 0.38 y 0.8906 gramos. El coeficiente de determinación que se observó para el consumo de alimento fue de 97.55%, por efecto del incremento diario de la investigación (días).

D. GANANCIA DE PESO CADA 15 DÍAS DE INVESTIGACION DE LA CACHAMA BLANCA CRIADO BAJO DIFERENTES DENSIDADES DE SIEMBRA (5, 10, 15 Y 20 PECES/m²)

El análisis de varianza (ADEVA) en lo que tiene que ver con la ganancia de peso de la cachama blanca reportó diferencias altamente significativas ($P \leq 0.0001$) para cada una de las fases de la investigación es decir 15,30,45,60,75,90 y 105 días de toma de datos, por efecto de la densidad de siembra utilizado (5,10,15 y 20 peces/m²). En todas la unidades experimentales a la edad de 15 días se apreció una ganancia de peso promedio de 3.35 g., encontrándose para está variable ganancias comprendidas entre 3.07 como mínima y que corresponde al tratamiento T1 y 3.75 gramos como máxima correspondiéndole estos valores al tratamiento T4, considerado hasta el momento como la mejor opción de siembra de la cachama blanca, en tanto que con el empleo de densidades de siembra de 10 y 15 peces/m² los valores promedios fueron de 3,34 y 322 g. respectivamente

En lo que tiene que ver con los 30 días de investigación el comportamiento fue muy similar a la fase anterior es decir se lograron ganancias de peso promedio de 5.07 g. siendo los mejores resultados los obtenidos por el tratamiento T4 con

medias de 5.23 g. y los valores mas bajos le correspondieron a los animales del tratamiento T1 con valores medios de 5.01 g. mientras que los tratamientos T2 y T3 reportaron medias de 5.02 y 5.01 g. respectivamente, compartiendo rangos de significancia entre los tratamientos T1,T2 y T3 de acuerdo a Tukey ($P \leq .005$). reportaron medias de 5.02 y 5.01 g. respectivamente, compartiendo rangos de significancia entre los tratamientos T1, T2 y T3 de acuerdo a Tukey ($P \leq .005$). A los 45 días de investigación se evidencio una tendencia similar a las dos fases anteriores es decir que a medida que se incrementa la densidad de siembra, la ganancia de peso disminuye, ya que de una ganancia de peso de 11.621 g. correspondiente al tratamiento T4. g, decrece a 9.69 g. en el tratamiento con una densidad de siembra de 20 peces/m² (T1).

Al analizar la ganancia de peso alcanzada por la cachama blanca a los 60 días de investigación se reportaron las mejores ganancias de peso (13.91 g), en los animales del tratamiento T4 (5 cachamas/m²) mientras que los resultados mas bajos se evidenciaron en las cachamas del tratamiento T1 (20 cachamas/m²), con valores medios de 11.73 g. Con relación a la ganancia de peso a los 75 días, los mejores resultados se reportaron en aquellos animales cuya densidad de siembra fue de 5 cachamas/m² (T4), con ganancias de peso de 36 g. y los resultados mas bajos se evidenciaron en los animales con densidad de siembra de 20 cachamas/m² (T1) con medias de 30.0 g. , valores intermedios en relación a la ganancia de peso se evidenciaron en los tratamientos con densidades de siembra de 10 y 15 cachamas/m² (T3 y T2), con valores de 32.2 y 30.6 g. respectivamente.

A los 90 días de experimentación el comportamiento de la variable ganancia de peso no varió ya que se observó que los mejores resultados fueron alcanzados por los animales con menores densidades de siembra (5 cachamas/m²) que reportaron medias de 48.9 g. muy superiores a los animales cuya densidad de siembra fue la mas alta (20 cachamas/m²) que alcanzaron valores medios de 34.9 g. Finalmente a los 105 días de investigación la ganancia de peso registró un promedio de 39.65 gramos los cuales nos representa una ganancia de peso

diaria de 1.32 gramos/pez/día, aunque para estas variables hubo pesos comprendidos entre 49.20 y 35 gramos.

En el gráfico 7 se puede observar que no existe influencia de la variable ganancias de peso en función a las diferentes densidades de siembra más bien se observa la presencia de una influencia estadísticamente significativa por parte de la etapa de investigación (días) no obstante en la primera fase de investigación se apreció un incremento leve, que fue progresivo hasta los 30 días estando estos valores comprendidos entre 0.0026 y 0.0071 gramos; posteriormente se evidenció que a partir de los 45 a 75 días hubo un incremento de la ganancia de peso a razón de 0.43 y 0.37 gramos con referencia al incremento anterior, para finalmente en la etapa de los 90 a los 105 días demostrar una menor ganancia de peso en relación a la etapa media que fue entre 1.12 y 0.70 gramos. Con un coeficiente de regresión del 90.18%.

E. CONVERSIÓN ALIMENTICIA CADA 15 DÍAS DE INVESTIGACIÓN DE LA CACHAMA BLANCA CRIADO BAJO DIFERENTES DENSIDADES DE SIEMBRA (5, 10, 15 Y 20 PECES/m²)

Los análisis de varianza (ADEVA) para la conversión alimenticia presentaron diferencias altamente significativas en la mayor parte del periodo experimental excepto a los 60 y 75 días que no marcaron diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$) alcanzándose las más altas conversiones alimenticias en el tratamiento T4 (5 peces/m²) con un valor promedio de 0.77, para los 15 días de investigación siendo estos las más eficientes. A los 30 días de investigación se reportaron valores superiores a los 45 días es decir para el primer caso existe una conversión alimenticia promedio de 1.12 con valores comprendidos entre 1.12 y 1.01, reportándose los mejores resultados en el tratamiento T4 (1.14), mientras que para el resto de tratamientos se observó que compartieron rangos de significancia entre ellos de acuerdo a la prueba de Tukey ($P < 0.05$) para el segundo caso, es decir a los 45 días se reportaron las mejores conversiones alimenticias con densidades de siembra de 10 y 15 peces/m² (T2 y T3) y valores promedios de 1.18 y 1.19 respectivamente es decir que se

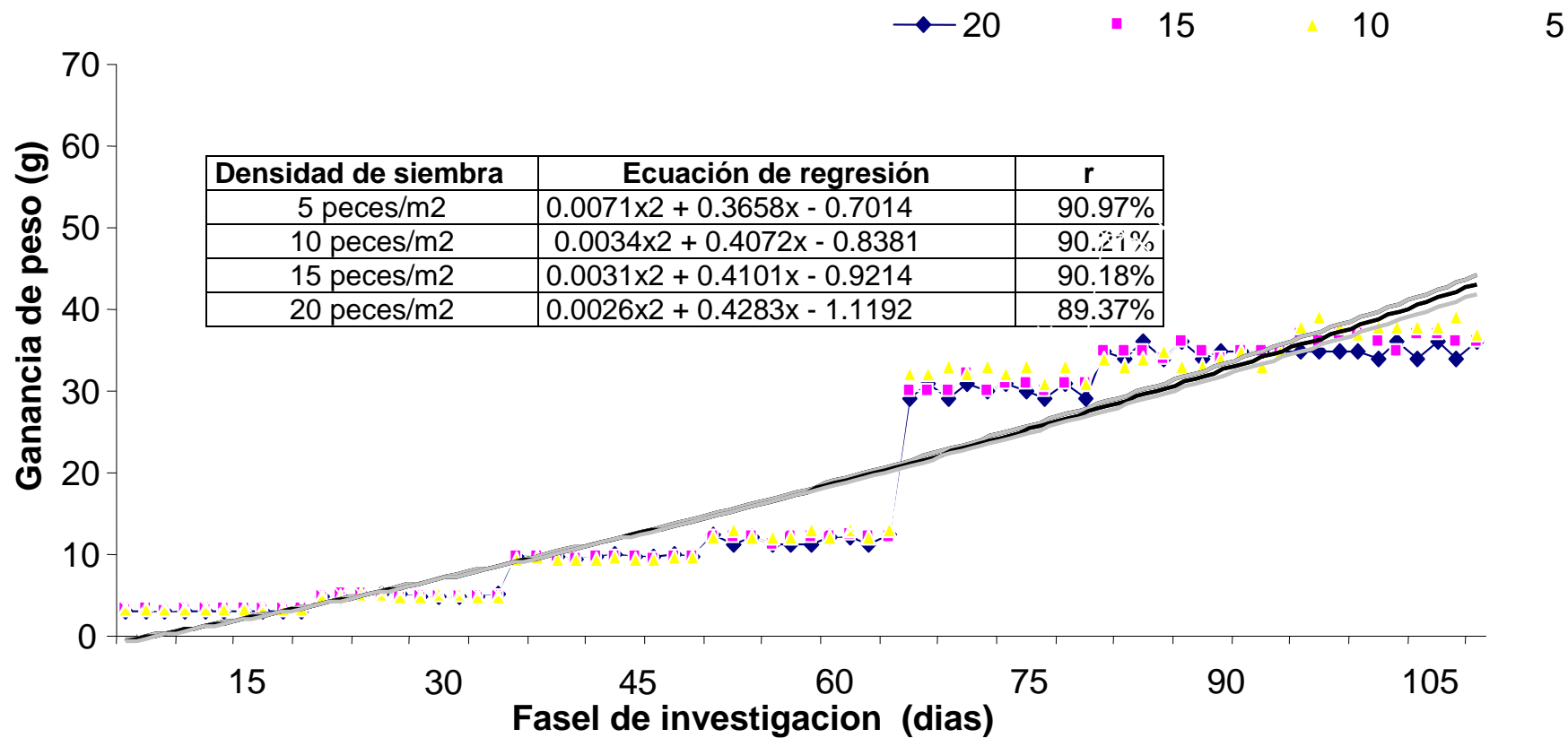


Gráfico 7. Línea de regresión de la ganancia de peso de la cachama blanca (*piaractus brachypomus*) bajo cuatro densidades de siembra (5, 10, 15 y 20 peces/m²).

necesita 1.18 kilogramo de balanceado para convertir un kilogramo de carne. El comportamiento evidenciado a los 60 y 75 días de experimentación es diferente a la fase anterior de investigación ya que demuestran mayor conversión alimenticia los animales cuya densidad de siembra es mayor, reportándose para los 60 días de investigación conversiones alimenticias promedios de 1.53, y además las diferencias estadísticas son altamente significativas ($P < 0.0004$) y estableciéndose, los mejores promedios (1.56 y 1.21) a mayores densidades de siembra (20 peces/m²). Finalmente a los 90 y 105 días de investigación la conversión alimenticia continua creciendo, estableciendo que con el pasar de los días, los animales necesitan de mayor cantidad de alimento para convertir mayor cantidad de carne, ya que partiendo de un valor de 1.68 que corresponden al tratamiento 1 (20 peces/m²) desciende a 1.55, en el tratamiento T1 (5 peces/m²).

Además como se observa en el gráfico 8 las densidades de siembra no influyen sobre las conversiones alimenticias en todo el periodo de la investigación, mas bien existe influencia por parte de la evolución de la investigación (días) no obstante en la primera etapa se apreció una mayor conversión que fue progresivo hasta los 45 días estando estos valores comprendidos entre 0.0105 y 0.0084 ; posteriormente se evidenció que ha partir de los 60 a los 75 días hubo un menor incremento de la conversión alimenticia que fue a razón de 0.87 y 0.90 con referencia al incremento anterior, para finalmente en la etapa de los 90 a los 105 días existir una menor conversión que la etapa media, con un coeficiente de regresión del 62.81%.

F. PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DE AGUA PARA EL CULTIVO DE LA CACHAMA BLANCA CRIADA BAJO DIFERENTES DENSIDADES DE SIEMBRA (5, 10, 15 Y 20 PECES/m²)

1. Oxígeno disuelto

El contenido de oxígeno disuelto presente en el agua de cultivo de la cachama blanca no evidenció diferencias significativas ($P < 0.42$) por efecto de las diferentes densidades de siembra (5, 10, 15 y 20 peces/m²) empleadas, en la

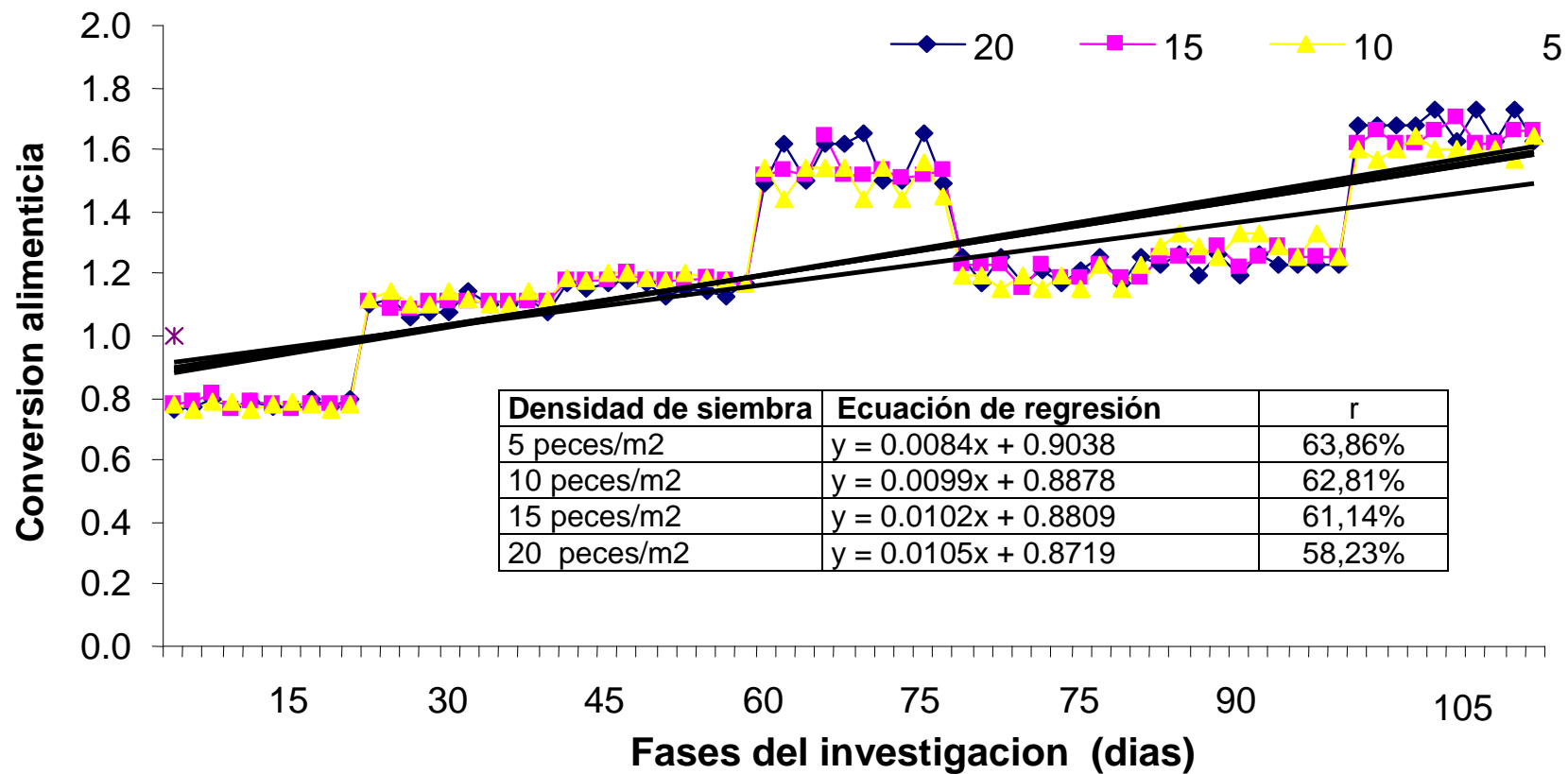


Gráfico 8. Línea de regresión de la conversión alimenticia de la cachama blanca (*piaractus brachypomus*) bajo cuatro densidades de siembra (5, 10, 15 y 20 peces/m²).

Investigación reportándose una cierta superioridad numérica en el tratamiento T4 (5 peces/m²) con valores medios de 7.26 p.p.m, seguido por los tratamientos T3 y T2 (15 y 10 peces/m²) con medias de 7.22 y 7.18 p.p.m. respectivamente, en tanto que los menores contenidos se registraron en las cachamas del tratamiento T1 (20 peces/m²) con valores medios de 7.12 p.p.m. Además hay que indicar que compartieron rangos de significancia entre los diferentes tratamientos de acuerdo a la prueba de Tukey ($P < 0.05$) como se observa en el cuadro 11.

Al cotejar estos resultados con los reportados por Bocanegra, F. (2005), quien menciona que el oxígeno disuelto en el agua para el normal desarrollo del cultivo de la cachama blanca, no debe ser menor de 4 p.p.m. podemos manifestar que existe mayor presencia de oxígeno disuelto en los resultados de nuestra investigación. Además menciona que el oxígeno interviene en el proceso de respiración de los animales en los estanques de cultivo y si es deficiente disminuye el consumo de alimento y los peces se hacen más susceptibles a enfermedades.

2. Temperatura

Los valores medios de temperatura del agua de cultivo de la cachama blanca no reportaron diferencias estadísticamente significativas ($P < 0.9746$) por efecto de las diferentes densidades de siembra (5, 10, 15 y 20 peces/m²) evaluadas en la investigación. Registrándose los mejores resultados en los animales cuya densidad de siembra fue de 5 peces/m² (T4) con valores medios de 26.70 ° C y que no difieren significativamente del resto de tratamientos de acuerdo a la prueba de Tukey ($P < 0.05$), seguidos por los tratamientos T3 y T2 con valores medios de 26.48 y 26.30 ° C respectivamente, mientras que las cachamas del tratamiento T1 (20 peces/m²) obtuvieron los resultados mas bajos en lo que tiene que ver con temperatura del agua con valores medios de 26.18 ° C. Estos reportes se encuentran enmarcados dentro de las exigencias de temperatura para el agua de cultivo de la cachama que como manifiesta Bocanegra, F. (2005), deben ser de 24-29 ° C, aunque pueden tolerar temporalmente temperaturas menores a 22 ° C o mayores a 34° C. Sin embargo si permanecen mucho tiempo

Cuadro 11. PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DE AGUA PARA EL CULTIVO DE LA CACHAMA BLANCA CRIADA BAJO DIFERENTES DENSIDADES DE SIEMBRA (5, 10, 15 Y 20 PECES/m²)

Parámetros	DENSIDADES DE SIEMBRA								CV	E.E.	Sig	Prob
	20 cachamas/m2		15 cachamas/m2		10 cachamas/m2		5 cachamas/m2					
Oxígeno disuelto (p.p.m)	7.12	a	7.18	a	7.22	a	7.26	a	2.36%	0.060	ns	0.421
Temperatura (° C)	26.18	a	26.30	a	26.48	a	26.7	a	9.11%	0.850	ns	0.970
Sólidos del agua (mg/l)	0.056	a	0.057	a	0.058	a	0.059	a	0.19%	0.005	ns	0.983
pH	7.30	a	7.38	a	7.47	a	7.57	a	3.84%	0.098	ns	0.273

Elaboración: Velasco, A. (2007)

Probabilidad: Nivel de significancia

C.V.: Coeficiente de Variación

E.E.: Error Estándar

Promedios con letras distintas, difieren significativamente de acuerdo a la prueba de Tukey (P<0.05)

Prob. Probabilidad

en bajo estas condiciones los peces se estresan, reducen el consumo de alimento, se tornan susceptibles a enfermedades y mueren en poco tiempo. Excepcionalmente estos peces pueden soportar hasta 36 ° C pero por poco tiempo. A exposiciones prolongadas de temperaturas superiores a estas se puede presentar mortalidad de los peces, los estanques con profundidades menores de 60 centímetros tienden a calentarse rápidamente en especial cuando llega la época seca.

3. Sólidos del agua

El contenido de sólidos del agua presentes en el medio de cultivo de la cachama blanca no evidenció diferencias significativas ($P < 0.984$) por efecto de las diferentes densidades de siembra (5, 10, 15 y 20 cachamas/m²), utilizadas en la investigación, estableciéndose numéricamente como mejor tratamiento a los animales cuya densidad de siembra fue de 5 cachamas/m² (T4) con medias de 0.059 mg/l, ubicándose a continuación los animales cuya densidad de siembra fue de 15 y 10 cachamas/m² (T3 y T2) con reportes que indican medias de 0.058 mg/l y 0.057 mg/l respectivamente, en tanto que los animales cuya densidad de siembra fue de 20 cachamas/m² con valores medios de 0.056 mg/l, reportaron los valores mas bajos de la investigación.

El contenido de sólidos presentes en el agua de cultivo comprenden compuestos nitrogenados tanto nitritos, nitratos y amonio, que son productos de las excreciones metabólicas y tóxicas para los peces. Los valores de 0.1 mg/l para nitritos y 0.01 mg. /l. de amonio indican perturbación del ciclo normal. Todos estos componentes afectan la transparencia del agua que depende de la cantidad de sólidos en suspensión ya sea que se trate de material inorgánico como la arcilla o material orgánico como los microorganismos componentes de plancton que no se puede ver a simple vista, o material vegetal en proceso de descomposición.

4. pH

El pH es un factor que indica el grado de acidez o alcalinidad del agua de cultivo de la cachama blanca, el cual no evidencio diferencias estadísticamente significativas ($P < 0.273$) por efecto de la densidad de siembra (5, 10, 15 y 20 cachamas/m²), utilizada en la investigación, aunque numéricamente se pudo evidenciar una cierta superioridad en los animales con una densidad de siembra de 5 cachamas/m² (T4), con valores medios de 7.57, seguidos por los animales de los tratamientos con densidades de siembra de 15 y 10 cachamas/m² y reportes medios de 7.47 y 7.38 para por último ubicarse los animales del tratamiento con una densidad de siembra de 20 cachamas/m² cuyos valores medios fueron de 7.30 pero que no por ello son los mas bajos ya que la productividad de los estanques es superior cuando presenta niveles de pH cercanos al neutro, es decir cercanos a 7.

Respuestas que al ser comparadas con lo que manifiesta Bocanegra, F (2005) quien indica que el pH debe estar entre 6.5 a 8.5. pero el pH óptimo es de 7.0 para que haya buena producción de plancton. El agua de los aguñales o de las quebradas en la Amazonia normalmente es de color negruzca debido a su alto contenido de materia vegetal en proceso de descomposición, esta agua es acida y presenta niveles de pH de 5.5 – 6.5. Por esta razón cuando se desea mejorar la productividad se corrige el pH del agua agregando cal al suelo cuando el estanque esta vacío. Una forma practica de medir el pH es usando una cinta especial que se puede conseguir en una farmacia, se ubican dentro de los limites permitidos.

G. ANALISIS ECONOMICO DE LA PRODUCCION DE LA CACHAMA BLANCA CRIADA BAJO DIFERENTES DENSIDADES DE SIEMBRA (5, 10, 15 Y 20 PECES/m²)

En el cuadro 12, se puede apreciar los resultados económicos alcanzados en la presente investigación reportándose que numéricamente es más rentable cultivar

Cuadro 12. EVALUACION ECONOMICA DEL CULTIVO DE LA CACHAMA BLANCA CRIADA BAJO DIFERENTES DENSIDADES DE SIEMBRA (5, 10, 15 Y 20 PECES/m²)

DETALLE	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNIT.	20	Densidad de siembra			TOTAL
					15	10	5	
Ingresos								
Total de animales	Peces			1000	750	500	250	2500
Mortalidad	Porcentaje			4	2.8	2.6	2	11.4
Nº de animales muertos	Peces			40	21	13	5	79
Total de animales vivos	peces			960	729	487	245	2421
Venta como reproductores (4 meses)				0.39	0.47	0.58	0.91	
TOTAL INGRESOS				374.4	342.63	282.46	222.95	1222.44
Egresos								
Costo preparación del estanque	Jornal	1	60	15	15	15	15	60.00
Encalamiento	Kilos	4	2	2	2	2	2	8.00
Costo Alevines	Alevín	2500	0.08	80	60	40	20	200.00
Costo alimentación	quintal							
Crecimiento(1)	quintal		36	6.01	4.96	3.58	1.77	16.31
desarrollo (2)	quintal		24	86.67	65.93	44.53	26.32	223.44
Depreciación de estanque	mes	5		7.81	7.81	7.81	7.81	31.25
Geomembrana	costo/m2	200		125	125	125	125	500
TOTAL EGRESOS				322.48	280.70	237.92	197.89	1039.00
Beneficio/costo (dólares).				1.16	1.22	1.19	1.13	
Rentabilidad (%)				16%	22%	19%	13%	

Elaborado: Velasco, A. (2008)

(1) balanceado ABA 45% de proteína bruta a 36 dólares el quintal

(2) balanceado ABA 32% de proteína bruta quintal a 24 dólares el quintal

animales a una densidad de siembra de 10 peces/m² que reportaron un beneficio/costo de 1.22 o lo que es lo mismo una rentabilidad del 22% lo que indica que por cada dólar invertido en la producción de cachamas blancas obtendremos una utilidad de 22 centavos.

Son también significativas las rentabilidades arrojadas por los tratamientos T1 y T3 con el 16 y 19% de rentabilidad respectivamente, y numéricamente no resultó beneficioso el cultivo de cachama blanca bajo densidades de siembra de 5 peces/m², ya que se reportó rentabilidades del 13%, pero si analizamos los resultados en lo que tiene que ver con peso, tamaño y conversión alimenticia de cada uno de los animales que son cualidades buscadas en reproductores que transmitirán estas características a su descendencia, podremos considerar que es mejor cultivar cachamas a bajas densidades de siembra, por la alta calidad del animal obtenido que le permiten alcanzar mejores precios por parte del mercado consumidor, y cuyas rentabilidades superan a las tasas de interés bancarias vigentes, que en los actuales momentos fluctúan entre el 10 y 12%, considerándose bastante rentable y menos riesgoso el emprender este tipo de actividad industrial.

Los datos que se reportan en presente análisis económico obedecen a las estimaciones de los ingresos y los egresos, de la investigación tomando en cuenta que ya existía las piscinas de cultivo por eso es que no se considera dentro de los egresos los costos por infraestructura inicial si no mas bien se tomó en cuenta únicamente a depreciación de los mismos.

V. CONCLUSIONES

Es importante considerar las siguientes conclusiones de carácter técnico derivadas de los resultados obtenidos:

1. Los efectos obtenidos de la siembra de cachama blanca empleando una densidad con un menor número de peces por metro cuadrado (5 peces/m²) evidenciaron los mejores resultados productivos en lo que tiene que ver sobre todo con pesos y tamaños, en todas las etapas de investigación, mientras que a una densidad con mayor número de peces (20 peces/m²) estos valores se vieron desmejorados, debido básicamente a la presencia de mayor competencia entre ellos.
2. La conversión alimenticia de la cachama blanca evidenció diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0.05$) entre los tratamientos, observándose el mejor resultado con el empleo del tratamiento T4 (5 peces/m²) con un valor al culminar la investigación (105 días) de 1.62.
3. El análisis del agua de cultivo de la cachama blanca reportó los mejores resultados en lo que tiene que ver con oxígeno disuelto (7.26 p.p.m.), temperatura (26.7 ° C) y sólidos presentes en el agua (0.059), para los animales cuya densidad de siembra fue de 5 peces/m² y que guardan estrecha relación con los requerimientos físico-químicos de calidad del agua en la que se desarrollan las cachamas que son oxígeno disuelto (> 4p.p.m.), temperatura (26. – 28.5 ° C) y sólidos presentes en el agua (2- 4 p.p.m.),.
4. Al realizar el análisis del beneficio costo de la producción de la cachama blanca bajo diferentes densidades de siembra se puede observar que numéricamente los mejores resultados se reportaron en los animales del tratamiento T2 con una rentabilidad del 22%, pero cabe recalcar que la venta se la proyectó basados en la calidad del animal y que los mejores precios se evidenciaron en los peces del tratamiento T4 con un precio por unidad como pie de cría para reproducción a los 4 meses de 0.92 dólares .

VI. RECOMENDACIONES

Los resultados que se exponen en el presente trabajo investigativo nos permiten recomendar lo siguiente:

1. Se recomienda el cultivo de la cachama blanca en la amazonia ecuatoriana con bajas densidades de siembra (5 peces/m^2) por evidenciar los mejores resultados productivos, y presentar la más baja tasa de mortalidad (2%) dentro de los tratamientos.
2. Se recomienda difundir el paquete tecnológico de la producción de cachama blanca con bajas densidades de siembra (5 peces/m^2), a los habitantes de la amazonia poniendo énfasis en las bondades que presenta este animal ya que se adapta muy bien a las condiciones climatológicas de la región y su carne es muy apetecida por su alto tenor nutritivo.
3. Se recomienda evaluar el comportamiento productivo de otras especies ícticas de la amazonía ecuatoriana como son el bocachico, gamitada, paco, sábalo, etc., que son criados artesanalmente por los habitantes de estas zonas y que poseen similares parámetros de producción que la cachama blanca a la cual se la puede tomar como punto de referencia para el cultivo.
4. Se recomienda controlar la calidad del agua en la crianza de la cachama blanca, para no correr riesgos de enfermedades o intoxicaciones, y en lugar de utilizar geomembrana, por presentar un alto costo de inversión, solo realizar producción en tierra

VII. LITERATURA CITADA

1. ASOCIACIÓN DE CRIADORES Y PISCICULTORES. 1983. Curso de Acuicultura en la Amazonia. Iquitos, Perú. Edit. ADCP. pp 58 – 69.
2. BARDACH, J. NAVARRO, W. Y SUSAN, T. 1986. Manual De Acuicultura. 1a ed. México D.F, México. Edit. AGT. v 2. pp 110, 120, 130.
3. BEVERIDGE. M. 1986. Piscicultura en jaulas y corrales, modelos para calcular la capacidad de carga y las repercusiones en el ambiente. sn. Lima, Perú. se. pp 100 – 125
4. BOCANEGRA, F. 2005. Cartilla de Acuicultura en la Amazonia. 3a ed. Iquitos, Peru. Edit. Pond Dynamics. pp 1 – 48.
5. CASTILLO, V. 1994. La historia genética e hibridación de la cachama blanca y tilapia roja. 2a ed. Cali, Colombia. Edit. Comarpez. pp 90 - 96.
6. COCHE, A. 1978. The cultivation of fish in cages. 1a ed. Michigan, Estados Unidos. Edit. FISH. pp 43 – 65.
7. DA SILVA, A. 1981. Cultivo de Especies Nativas de Aguas Cálidas. 1a ed. Instituto del Mar del Perú. Callao-Perú. Traducción y Edición del Editor Científico A. Landa C. Edit. FUNES. pp 49 - 59.
8. ESTÉVEZ, M. 1990. Manual de piscicultura. 1a ed. Bogota, Colombia. Edit. Santo Tomás. pp 46 -53.

9. GARCIA, J. 1985. Tecnología de las explotaciones piscícolas. 1a ed. Madrid, España. Edit. Mundi Prensa. pp. 23 - 46
10. GONZÁLEZ, L. 1987. Cultivo de cachama (*Colossoma macropomum*) en jaulas flotantes en la represa de Cumaripa bajo diferentes condiciones de dietas. sn. Caracas, Venezuela. edit. FUNDACYT. pp. 27 - 63.
11. <http://www.unal.edu.co/veterinaria/pdf/rev.com> 2007. Producción de semilla de alevines de cachama blanca.
12. <http://www.aguaverdeacuicultura.com>. 2007. Producción de alevines de cachama blanca
13. <http://www.agronet.gov.co/mejoramiento.com>. 2007. El cultivo de la cachama blanca en jaula
14. <http://www.agronet.gov.co/estanqueentierra.com>. 2007. Formación de los estanque en tierra para la cachama blanca
15. <http://www.fao.org/docrep/field.htm>. 2007. Forma y tamaño de los estanques para la producción de cachamas blancas
16. <http://www.agronet.gov.co/profundidaddelosestanques.com>. 2007. Profundidad de los estanques para la producción de cachamas blancas
17. <http://www.geocities.com/sanfdo/piscicul.htm>. 2007. Elementos que deben conformar un estanque para la producción de cachamas blancas

18. <http://www.unet.edu.ve/frey//decinv/piscicultura/cachama/>. 2007.
Determinación de la densidad de siembra para la producción de cachamas blancas

19. <http://www.kogi.udea.edu.co/Revista/volumen17s.htm>9k.com. 2007.
Determinación de la densidad de siembra para la producción de alevines cachamas blancas

20. <http://www.unal.edu.co/veterinaria/pdf/rev.com>. 2007.
Recomendaciones generales de alimentación de la cachama blanca.

21. <http://www.iiap.org.pe/publicaciones/>.com. 2007 . Murillo.
Alimentación de la cachama blanca.

22. <http://www.agronet.gov/docs/Guiacultivocachama.com> 2007.
Construcción de las lagunas para la producción de la cachama blanca

23. <http://www.latinguia.com>. 2007. Paquete tecnológico rustico o tradicional de los campesinos.

24. <http://www.ivandgp73@hotmail.com>. 2007. Paquete rustico de la amazonia ecuatoriana para la producción de cachama blanca

25. LOZANO, D. Y LÓPEZ, F. 2001. Manual de piscicultura de la región amazónica ecuatoriana. 1a ed. Quito, Ecuador. Edit. Mosaico. pp 154.

26. MARTÍNEZ, M. 1984. El cultivo de las especies del género *Colossoma* en América Latina. sn. Lima, Perú. Edit. FAO – PES. pp. 5 - 46.
27. NUÑEZ, J. y SALAYA, J. 1984. Cultivo de cachama, *Colossoma macropomum* en jaulas flotantes no rígidas en la represa de Guanapito, sn. Estado Guárico, Venezuela. Edit. Mems. Asociación Latinoamericana de Acuicultura. pp. 481–494.
28. OLDS, C. GONZÁLEZ L y GONZÁLEZ C. 1985. Cultivo de la cachama (*Colossoma macropomum*) en jaulas y corrales flotantes bajo diferentes condiciones de dieta y densidades. sn. Mérida, Venezuela. Resúmenes de comunicaciones libres. Edit. Convencion Nacional de ASOVAC. pp. 5.- 25.
29. SANTOS, E. 1962. Peixes da Água Doce. 2a. ed. Rio de Janeiro, Brasil. Edit. Zoologia Brasileira Brigueit & Cia. pp. 524 – 623.
30. SHANG, Y. y MEROTA N. 1987. Manual de Economía de la Acuicultura. 3a ed. Morona Santiago, Ecuador. Edit. FAO/GCP. Documento de campo. pp. 30 – 42

ANEXOS